



TUGAS AKHIR TF 141581

**ANALISA *RELIABILITY* DENGAN MENGGUNAKAN
*METODE RELIABILITY CENTERED
MAINTENANCE (RCM) II* PADA *SISTEM STRIPPER
CO₂* DI PT. PETROKIMIA GRESIK**

MOCHAMMAD ARIZKY PRATAMA
NRP 2414.106.033

Dosen Pembimbing :
Ir. Ya'umar, M.T.

Departemen Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



FINAL PROJECT TF 141581

***RELIABILITY ANALYSIS USING RELIABILITY
CENTERED MAINTENANCE (RCM) II METHOD ON
THE SYSTEM STRIPPER CO₂ AT PT.PETROKIMIA
GRESIK***

**MOCHAMMAD ARIZKY PRATAMA
NRP 2413.106.033**

Advisor Lecturer :
Ir. Ya'umar, M.T.

***Department of Engineering Physics
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2017***

LEMBAR PENGESAHAN I

TUGAS AKHIR

**ANALISA *RELIABILITY* MENGGUNAKAN METODE
RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) II
PADA SISTEM *STRIPPER* CO₂ DI PT. PETROKIMIA
GRESIK**

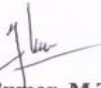
Oleh :

Mochammad Arizky Pratama

NRP : 2414.106.033

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Ir. Ya'umar, M.T.

NIP. 19540406 198103 1 003

Mengetahui,

Ketua Departemen
Teknik Fisika FTI-ITS



Agus Muhammad Hatta, S.T., M.Si., Ph.D.

NIP. 19780902 200312 1 002

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN II

TUGAS AKHIR

ANALISA *RELIABILITY* MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM) II PADA SISTEM *STRIPPER* CO₂ DI PT. PETROKIMA GRESIK

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi S-1 Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh

Mochammad Arizky Pratama

NRP : 2414 106 033

Telah disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Ya'umar, M.T. (Pembimbing)
2. Hendra Cordova, S.T., M.T. (Penguji I)
3. Ir. Ronny Dwi Noriyati, M.Kes. (Penguji II)
4. Ir. Tutug Dhanardono, M.T. (Penguji III)

SURABAYA

Januari, 2017

Halaman ini sengaja dikosongkan

ANALISA *RELIABILITY* MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM) II PADA SISTEM *STRIPPER* CO₂ DI PT. PETROKIMIA GRESIK

NAMA : MOCHAMMAD ARIZKY P.
NRP : 2414. 106. 033
DEPARTEMEN : TEKNIK FISIKA, FTI-ITS
DOSEN PEMBIMBING : Ir. Ya'umar, M.T.

ABSTRAK

Salah satu komponen penting dalam proses CO₂ removal adalah CO₂ stripper. CO₂ stripper berfungsi untuk menghilangkan CO₂ yang telah terserap oleh larutan Benfield dengan cara stripping steam, penambahan panas dan penurunan tekanan. Melihat fungsinya yang sangat penting dalam pemisahan CO₂, maka diperlukan CO₂ stripper dengan reliability yang baik. Fungsinya tak lain untuk memastikan keselamatan operasi dan reliability dari sistem tersebut. Salah satu cara untuk mempertahankan sistem reliability steam turbin adalah dengan melakukan perawatan. Berdasarkan hasil analisis secara kuantitatif dan kualitatif dengan menggunakan metode RCM II, unit paling cepat mencapai nilai R(t) 0,6 pada unit stripper quench cooler 107 C dengan interval 2500 jam, sedangkan paling lama mencapai nilai R(t) 0,6 pada pressure safety valve dan flow transmitter unit CO₂ Stripper dengan interval 21500 jam. Jenis perawatan yang diterapkan pada sistem *stripper* CO₂ adalah *on condition task* pada BDV dan pompa 108J/JA serta analisa vibrasi setiap bulan; perbaikan unit *stripper*, *flow valve*, *pressure valve*, *line* CO₂, setiap *shutdown plant*; pergantian membran plat dan gasket 107C, *drain strainer*, *gasket* dan *flange* demint 109C 6 bulan sekali.

Kata Kunci : Keandalan, RCM II, CO₂ *stripper*, *stripper quench cooler*, *pressure safety valve*, *flow transmitter*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

**RELIABILITY ANALISYS USING RELIABILITY
CENTERED MAINTENANCE (RCM) II METHOD ON
THE SYSTEM STRIPPER CO₂ AT PT. PETROKIMIA
GRESIK**

NAME : MOCHAMMAD ARIZKY P.
NRP : 2414. 106. 033
DEPARTEMENT : ENGINEERING PHYSICS, FTI-ITS
SUPERVISOR : Ir. Ya'umar, M.T.

ABSTRACT

One important component in the process of removal of CO₂ is CO₂ stripper. CO₂ stripper is used to remove CO₂ that has been absorbed by Benfield solution by means of stripping stea, adding heat and pressure drops. Seeing function is very important in the separation of CO₂, the necessary CO₂ stripper with good reliability. Its function is none other than to ensure the safe operation of dna reliability of the system. Saah one way to maintain system reliability steam turbine is to perform maintenance. Based on the analysis results quantitatively and qualitatively using RCM II, the unit quickly reach a value of R (t) of 0.6 on a stripper unit quench cooler 107 C at intervals of 2500 hours, while the longest reaches the value of R (t) 0.6 at savety pressure valve and flow transmitter unit CO₂ Stripper at intervals of 21500 hours. This type of threatment applied to the stripper CO₂ system is on condition task on BDV, and 108 J/JA pump adan vibration analisys each month, repair stripper unit, flow valve, pressure valve, line CO₂ each plant shutdown. Turn membrane plate and gasket 107C, drain strainer, gasket dan flange demint 109C every six month.

Keywords : Reliability, RCM II, CO₂ Stripper, stripper quench cooler, pressure safety valve, flow transmitter.

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Segala Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “ **Analisa Reliability Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II Pada Sistem Stripper CO₂ di PT. Petrokimia Gresik**”.

Tugas akhir ini merupakan persyaratan akademik yang harus dipenuhi dalam Program S-1 Teknik Fisika FTI-ITS. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan saudara yang selama ini memberi dukungan, baik moril maupun materil.
2. Bapak Agus Muhammad Hatta, S.T., M.Si., Ph.D. selaku ketua Departemen Teknik Fisika ITS.
3. Bapak Ir. Ya'umar, M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir.
4. Penguji Tugas Akhir.
5. Bapak Angga Syahputra S.T. selaku pembimbing selama pengambilan data di PT. Petrokimia Gresik.
6. Bapak dan Ibu dosen Teknik Fisika yang telah memberikan ilmu selama kuliah.
7. Teman-teman angkatan LJ 2015 dan adik kelas Teknik Fisika yang telah membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa karya yang sempurna hanya ada pada Allah SWT. Oleh sebab itu, penulis sangat berterimakasih atas segala masukan, kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar laporan ini menjadi lebih baik dari sebelumnya. Demikian laporan ini penulis buat, semoga laporan ini dapat

memberikan manfaat selain bagi penulis sendiri, dan bagi pembaca sekalian.

Surabaya, 11 Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN I	iii
LEMBAR PENGESAHAN II.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Permasalahan	2
BAB II TEORI PENUNJANG	5
2.1 <i>Stripping CO₂</i>	5
2.2 Keandalan (<i>Reliability</i>).....	9
2.3 Ketersediaan (<i>Availability</i>).....	10
2.4 Keterawatan (<i>Maintainability</i>)	10
2.5 Laju Kegagalan (<i>Failure Rate</i>).....	12
2.5.1 Distribusi Normal	13
2.6.2 Distribusi Lognormal	15

2.5.3 Distribusi Weibull.....	16
2.5.4 Distribusi Eksponensial	18
2.6 <i>Reliability Centered Maintenance (RCM)</i>	19
2.6.1 <i>System Function and Functional Failure</i>	21
2.6.2 <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	22
2.6.3 Konsekuensi Kegagalan (<i>Failure Consequences</i>)	23
2.6.4 <i>Severity Class</i>	24
2.6.5 <i>Proactive Task and Initial Interval</i>	25
2.6.5 <i>Default Action</i>	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	29
3.1 Studi Literatur	30
3.2 Identifikasi Sistem	30
3.3 Pengolahan Data	30
3.3.1 Analisa Kualitatif.....	30
3.3.2 Analisa Kuantitatif.....	32
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Analisa Kualitatif.....	37
4.1.1 <i>FMEA Sistem Stripper CO₂ 102E</i>	37
4.1.2 <i>Decission worksheet sistem Stripper 102 E</i>	43
4.2 Analisa Kuantitatif.....	45
4.2.1 Evaluasi kuantitatif <i>Stripper CO₂ 102 E</i>	46
4.2.2 Evaluasi kuantitatif <i>Stripper Quench Cooler 107 C</i> ..	65
4.2.3 Evaluasi kuantitatif <i>Lean Solution Pump 108 J/JA</i> ...	68
4.2.4 Evaluasi kuantitatif <i>Raw Separator Cooler 109 C</i>	77

4.3 Perhitungan Reliability Sistem CO ₂ Stripper	80
4.4 Jadwal dan Preventive maintenance	82
BAB V PENUTUP	85
5.1 Kesimpulan.....	85
5.2 Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA	87
LAMPIRAN	
BIODATA	

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>CO₂ removal</i>	6
Gambar 2.2 <i>P&id Stripper quench cooler 107 & CO₂ Stripper</i>	7
Gambar 2.3 <i>P&id Shell 109 C, 108 J/JA, 104 L</i>	8
Gambar 2.4 Distribusi Normal	14
Gambar 2.5 Distribusi Lognormal.....	15
Gambar 2.6 Distribusi Weibull, a. <i>Weibull Probability Density</i> <i>Functon</i> , b. <i>Weibull Reliability Function</i>	17
Gambar 2.7 Distribusi Ekspensial.....	19
Gambar 2.8 <i>Bathtub Curve</i>	26
Gambar 2.9 <i>Default Actions</i>	27
Gambar 4.1 Keandalan <i>stripper 102E</i>	48
Gambar 4.2 Keandalan <i>Stripper 102 E</i> dengan PM	49
Gambar 4.3 Laju Kegagalan <i>Stripper 102E</i>	50
Gambar 4.4 Keandalan <i>Level Transmitter</i>	51
Gambar 4.5 Keandalan <i>Level Transmitter</i> dengan PM	52
Gambar 4.6 Laju Kegagalan <i>Level Transmitter</i>	53
Gambar 4.7 Keandalan <i>Flow Transmitter</i>	54
Gambar 4.8 Keandalan <i>Flow Transmitter</i> dengan PM.....	55
Gambar 4.9 Laju Kegagalan <i>Flow Transmitter</i>	56
Gambar 4.10 Keandalan <i>Flow Valve</i>	57
Gambar 4.11 Keandalan <i>Flow Valve</i> dengan PM	58
Gambar 4. 12 Laju Kegagalan <i>Flow Valve</i>	59
Gambar 4. 13 Keandalan <i>Pressure Safety Valve</i>	60
Gambar 4.14 Keandalan <i>Pressure Safety Valve</i> dengan PM.....	61
Gambar 4. 15 Laju Kegagalan <i>PSV</i>	62
Gambar 4. 16 Keandalan <i>Pressure Transmitter</i>	63
Gambar 4.17 Keandalan <i>Pressure Transmitter</i> dengan PM.....	64
Gambar 4. 18 Laju Kegagalan <i>PT</i>	65
Gambar 4.19 Keandalan <i>Stripper Quench Cooler 107C</i>	66

Gambar 4.20 Keandalan <i>Stripper Quench Cooler</i> dengan PM ...	67
Gambar 4.21 Laju Kegagalan 107 C	68
Gambar 4.22 Keandalan <i>Lean Solution Pump 108JA</i>	69
Gambar 4.23 Keandalan <i>Lean Solution Pump 108JA</i> dengan PM	70
Gambar 4.24 Laju Kegagalan 108 JA	71
Gambar 4.25 Keandalan <i>Lean Solution Pump 108J</i>	72
Gambar 4.26 Keandalan <i>Lean Solution Pump 108J</i> dengan PM.	73
Gambar 4.27 Laju Kegagalan 108 JA	74
Gambar 4.28 Keandalan <i>Flow Valve 1024</i>	75
Gambar 4.29 Keandalan <i>Flow Valve</i> dengan PM.....	76
Gambar 4.30 Laju Kegagalan <i>Flow Valve</i>	77
Gambar 4.31 Keandalan <i>Raw Separator Cooler 109 C</i>	78
Gambar 4.32 Keandalan <i>Raw Separator Cooler 109C</i> dengan PM	79
Gambar 4. 33 Laju Kegagalan 109 C	80
Gambar 4.34 Reliability total sistem CO ₂ Stripper	80

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Deskripsi <i>System Function and Functional Failure</i> (Moubray).....	21
Tabel 3.2 Identifikasi Komponen Sistem	30
Tabel 3.3 Deskripsi fungsi komponen, fungsi kegagalan dan FMEA (Moubray)	31
Tabel 3.4 <i>Decission worksheet</i> dari RCM II (Moubray)	31
Tabel 4.1 FMEA 102E dan 107C	38
Tabel 4.2 <i>Failure Mode</i> Dan <i>Failure Effect</i> Unit Stripper 102e	38
Tabel 4.3 FMEA <i>Raw gas separator cooler</i>	40
Tabel 4.4 <i>Failure mode</i> dan <i>Failure effect</i> dari <i>raw gas separator cooler</i>	41
Tabel 4.5 FMEA <i>lean solution pump 108J/JA</i>	42
Tabel 4. 6 <i>Failure mode</i> dan <i>Failure Effect</i> dari <i>lean solution pump 108J/JA</i>	42
Tabel 4.7 <i>Decission Worksheet</i> sistem <i>Stripper 102 E</i>	44
Tabel 4.8 <i>Decission worksheet</i> untuk <i>recommendation action</i> dan <i>initial interval</i>	45
Tabel 4.9 Perhitungan TTF dan TTR unit <i>Steam Drum 101 F</i>	46
Tabel 4.10 Hasil Keluaran <i>Software Reliasoft Weibull</i> untuk unit <i>Stripper CO₂ 102E</i>	47
Tabel 4.11 Preventive Maintenance dan Interval Perawatan Komponen Berdasar Data PT. Petrokimia Gresik.....	82

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses pemurnian gas sintesis merupakan salah satu proses dalam pembentukan amoniak, dalam proses pemurnian gas sintesis tersebut terdapat Stripping CO_2 yaitu proses menghilangkan CO_2 yang terserap oleh larutan Benfield dengan cara stripping stea, penambahan panas dan penurunan tekanan. Untuk menghilangkan gas CO_2 yang terkandung dalam gas sintesis yang merupakan racun bagi kataqlis amoniak maka diperlukanlah CO_2 Stripper untuk menghilangkan gasnya (CH_4, H_2 dan Hidrokarbon lainnya) CO_2 yang terserap oleh Benfield.

Melihat fungsinya yang sangat penting dalam bidang proses pemisahan gas CO_2 , maka di perlukan *CO₂ Stripper* dengan *reliability* yang baik untuk memastikan keselamatan operasi dan *reliability* dari sistem tersebut. Salah satu cara untuk mempertahankan sistem *reliability CO₂ Stripper* adalah dengan melakukan perawatan (*Maintenance*). (Petrokimia, 2012)

Komponen yang menyusun dalam *CO₂ Stripper* sangat banyak. Hal tersebut menimbulkan beberapa efek yaitu terjadi kesulitan dalam menentukan prioritas kegiatan *maintenance*. Oleh sebab itu, diperlukan manajemen pemeliharaan dan kinerja serta metode *maintenance* yang efektif dan efisien.

RCM (*Reliability Centered Maintenance*) merupakan metode yang digunakan untuk manajemen pemeliharaan dan penjadwalan *maintenance*. RCM digambarkan sebagai pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi tugas-tugas pemeliharaan pencegahan yang efektif dan efisien sesuai dengan *set* prosedur yang spesifik (Islam, 2010). Penggunaan RCM dapat meningkatkan *reliability* sistem, mengurangi jumlah pemeliharaan preventif dan pemeliharaan korektif terencana, dan meningkatkan keselamatan (Backlund, 2003). Pada penelitian ini perlu dilakukan metode RCM yang berguna untuk mendapatkan manajemen pemeliharaan dan juga penjadwalan *maintenance*

yang efektif berdasarkan data perawatan (*Maintenance Record*) dari sistem *stripper CO₂* 102E. Hal tersebut berguna untuuk menjaga *reliability system*. *Software* Reliasoft Weibull++ sangat berguna untuk *memanage* RCM secara keseluruhan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana menentukan kehandalan dari sistem Stripper 102E?
2. Bagaimana menentukan tindakan yang harus dilakukan sebelum terjadi kegagalan proses pembuatan amoniak pada sistem Stripper 102 E?
3. Bagaimana menentukan penjadwalan perawatan terhadap peralatan atau komponen yang kritis pada sistem Stripper 102 E ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kehandalan dari sistem Stripper 102E.
2. Menentukan jenis tindakan yang dilakukan sebelum terjadi kegagalan proses pembuatan amoniak pada sistem Stripper 102 E.
3. Menentukan penjadwalan perawatan terhadap peralatan atau komponen yang kritis pada sistem stripper 102 E.

1.4 Batasan Permasalahan

Pada pengerjaan Tugas Akhir kali ini, agar lebih fokus maka akan diambil beberapa batasan masalah yaitu sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan hanya pada bagian yang berpengaruh terhadap pendukung sistem *Stripper CO₂*.

2. Penentuan interval waktu perawatan hanya pada *loop* pengendalian dan komponen utama pada pendukung sistem Stripper CO₂ yaitu meliputi 102E, 107 C, 109 C, dan 108 J/JA.
3. Data-data kegagalan dan kerusakan yang digunakan adalah selama kurun waktu 10 tahun, yaitu tahun 2005 sampai 2015
4. *Software* yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah *Software Reliasoft Weibull++* untuk menentukan distribusi kegagalan setiap komponen.
5. Analisa kuantitatif berdasarkan *range* waktu data *maintanance* untuk komponen kritis, diagram PFD dan P&ID.
6. Analisa kualitatif berdasarkan data wawancara pada narasumber di perusahaan untuk mengetahui komponen penyusun, bentuk kegagalan, penyebab kegagalan dan akibat yang akan ditimbulkan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

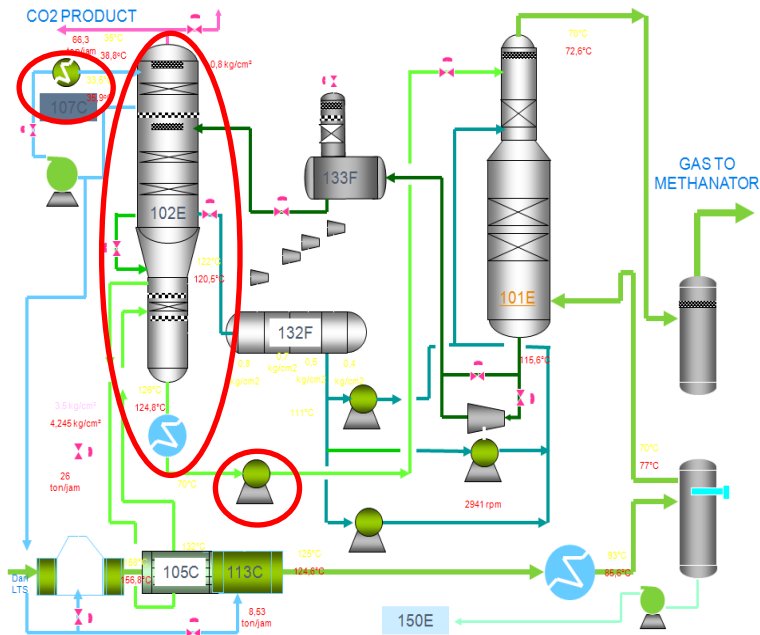
BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1 Stripping CO₂

Stripping adalah operasi pemisahan solute dari fase cair ke fase gas, yaitu dengan mengontakkan cairan yang berisi solute dengan pelarut gas (stripping agent) yang tidak larut ke dalam cairan.

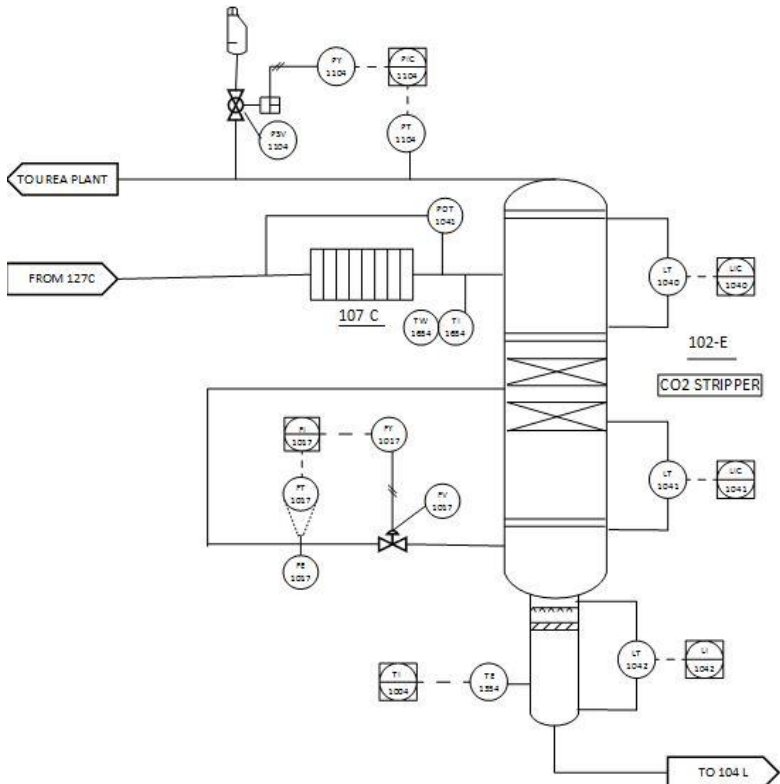
Stripping CO₂ berfungsi menghilangkan CO₂ yang telah terserap oleh larutan Benfield dengan cara stripping stea, penambahan panas dan penurunan tekanan. CO₂ stripper dioperasikan pada tekanan rendah 0,5 – 1 kg/cm².G dan temperature tinggi 100-130°C. Larutan berkonsentrasi rendah dari aliran benfield ditarik dari talang tray bawah ke unit 107 C (CO₂ stripper Quench Cooler), pada unit 107C panas dipindahkan ke cooling water. Sebagian besar larutan ini dikirim ke top 102 E dan sisanya dialirkan ke 108°C sebagai media untuk gas proses pada 102F1. Kemudian larutan dengan temperatur 126°C terkumpul di bagian bawah 102 E dan didinginkan hingga 70°C di sisi shell 109C oleh lean solution pump 108J/JA. Lean solution dipompa ke bagian top 101E absorber. Sebagian dari larutan tersebut sebelum masuk 101E, dilewatkan ke solution filter 104L. filter ini terdiri dari dua tabung elemen yang screennya terbuat dari kain nylon dan berfungsi menghilangkan/ menyerap partikel-partikel yang terikut larutan yang ukurannya lebih besar dari 20 mikron. Setelah terpisah dari larutan Benfield, CO₂ uap didinginkan hingga 36°C melalui kontak langsung dengan aliran Benfield konsentrasi rendah pada packing bed di bagian top 102 E. CO₂ meninggalkan unit 102 E pada tekanan 0,8 kg/cm².G untuk digunakan pada pabrik urea.(Petrokimia.2012)



Gambar 2.1 CO₂ removal

- **Stripper quench cooler 107 C**

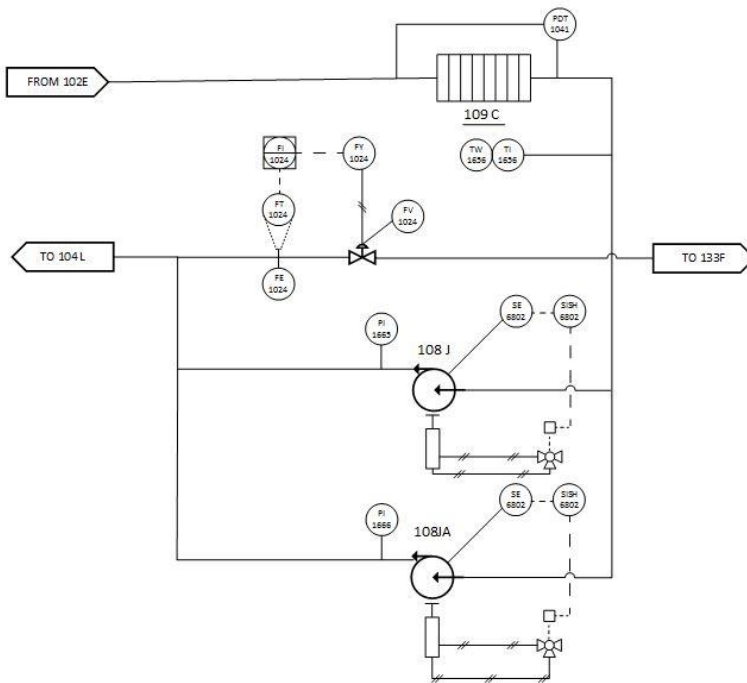
Stripper quench cooler 107 C berfungsi memindahkan panas dari larutan Benfield konsentrasi rendah ke cooling water. Sebagian besar dari larutan konsentrasi rendah ini dikirim ke top 102 E dan sisanya dialirkan ke 108 c sebagai media endingin untuk gas proses pada 102 F1 (Petrokimia, 2012)



Gambar 2.2 P&id Stripper quench cooler 107C & CO₂ Stripper 102E

- **Raw Separator Cooler 109 C**

Raw Separator Cooler 109 C berfungsi mendinginkan larutan dengan temperature 126oC yang terkumpul dibagian bawah 102 E kemudian meneruskan ke lean solution pump 108 J/JA.(Petrokimia, 2012)



Gambar 2.3 P&id Shell 109 C dan Lean Solution Pump 108 J/JA

- **Lean Solutotion Pump 108J/JA**

Len solution Pump merupakan jenis pump dan berfungsi memompa larutan yang sudah di dinginkan di 109C ke bagian top 101 E Absorber. (Petrokimia, 2012)

- **Benfield solution filter104L**

Benfield solution Filter berfungsi menghilangkan/menyerap partikel-partikel yang terikut larutan yang ukuranya lebih besar dari 20 mikron. Filter ini terdiri dari dua tabung elemen yang screenya terbuat dari kain nylon. (Petrokimia, 2012)

- **Benfield Antifoam 109L**

Benfiled antifoam berfungsi untuk menginjeksi *antifoam* ke larutan *benfiled* yang memiliki berbagai macam konsentrasi agar tidak menyebabkan *foaming*. *Foam* dapat menghasilkan *flooding tower* dan membuat kesulitan operasi. Oleh sebab itu, paling sedikit satu kali dalam satu shift dilakukan tes *foam*. Bila terjadi *foaming* sistem segera di injeksi dengan *antifoam*. (Petrokimia, 2012)

2.2 Keandalan (*Reliability*)

Pentingnya keberhasilan proses produksi pada dunia industri tidak lepas dari aspek Keandalan komponen atau sistem untuk tidak mengalami suatu kegagalan dalam jangka waktu tertentu.

Definisi Keandalan (*reliability*) adalah probabilitas sistem akan memiliki kinerja sesuai dengan fungsi yang dibutuhkan dalam periode tertentu (Ebeling, 1997). Sedangkan definisi lain dari keandalan (*reliability*) adalah probabilitas suatu sistem akan berfungsi secara normal ketika digunakan untuk periode waktu yang diinginkan dalam kondisi operasi spesifik. (Dhillon, 1997)

Evaluasi Keandalan suatu sistem mempunyai dua metode secara umum yang biasa digunakan yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif (Ebeling, 1997). Metode kuantitatif didapatkan dari data maintenance terhadap waktu *kegagalan (time to failure)* dan waktu perbaikan (*time to repair*) dari setiap komponen, sehingga dapat dikatakan sebagai metode matematis.

Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung suatu Keandalan :

$$R(t) = 1 - F(t) = \int_0^{\infty} f(t)dt \quad (2.1)$$

Dimana :

F (t) adalah *Cumulative Distribution Function* (CDF)

R (t) adalah *Reliability Function*

f (t) adalah *Probability Density Function* (PDF)

2.3 Ketersediaan (*Availability*)

Availability adalah kemungkinan sebuah komponen untuk menjalankan fungsinya (dengan berbagai aspek Keandalan, kemampurawatan, dukungan perawatan). *Availability* juga dapat diartikan sebagai ketersediaan suatu komponen dalam kurun waktu tertentu. *Availability* yang berubah terhadap waktu dapat dihitung menggunakan persamaan di bawah ini : (Ebeling, 1997)

$$A(t) = \left[\left(\frac{\mu}{\lambda + \mu} \right) + \left(\left(\frac{\lambda}{\lambda + \mu} \right) \exp(-(\lambda + \mu)t) \right) \right] \quad (2.2)$$

Dimana :

λ = *failure rate* dari waktu antar kegagalan

μ = 1/MTTR

2.4 Keterawatan (*Maintainability*)

Maintainability merupakan kemampuan suatu komponen yang rusak untuk diperbaiki pada keandalan semula dalam kurun waktu tertentu, sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan. *Maintainability* mempunyai rumus yang berbeda-beda pada setiap distribusi datanya (Ebeling, 1997). Nilai *maintainability* dapat ditulis seperti persamaan berikut ini :

a. *Maintainability* normal

$$M(t) = \varphi \left(\frac{t - \mu}{\sigma} \right) \quad (2.3)$$

Dengan :

t = waktu (*variabel*) (jam)

μ = rata-rata

σ = simpangan baku

b. *Maintainability* lognormal

$$M(t) = \frac{1}{\sigma t \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln(t - \mu)}{\sigma} \right)^2 \right] \quad (2.4)$$

Dengan :

t = waktu (*variabel*) (jam)

μ = rata-rata, dan

σ = simpangan baku

c. *Maintainability* weibull

- Dua parameter :

$$M(t) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{t}{\theta} \right)^\beta \right] \quad (2.5)$$

- Tiga parameter :

$$M(t) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{t-t_0}{\theta} \right)^\beta \right] \quad (2.6)$$

Dengan :

t = waktu (*variabel*) (second)

β = bentuk parameter (*shape parameter*)

η = parameter skala (*scale parameter*)

γ = parameter lokasi (*location parameter*)

d. *Maintainability* eksponensial

$$M(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{MTTR}\right)} \quad (2.7)$$

Dengan :

t = waktu (*variabel*) (jam)

$MTTR$ = *Mean Time To Repair*

Untuk persamaan waktu rata-rata perbaikan (MTTR) beberapa distribusi dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

- e. Dsitribusi normal :

$$MTTR = \mu \quad (2.8)$$

- f. Distribusi lognormal:

$$MTTR = \exp\left(\mu + \frac{\sigma^2}{2}\right) \quad (2.9)$$

- g. Distribusi weibull:

- Dua parameter :

$$MTTR = \eta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad (2.10)$$

- Tiga parameter :

$$MTTR = t_0 + \eta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad (2.11)$$

- h. Distribusi eksponensial :

$$MTTR = \gamma + \frac{1}{\lambda} \quad (2.12)$$

Dengan :

t = waktu (variabel) (jam)

MTTR = *Mean Time To Repair*

2.5 Laju Kegagalan (*Failure Rate*)

Laju kegagalan atau biasa yang disebut dengan *Failure Rate* merupakan banyaknya terjadi kegagalan per satuan waktu. Laju kegagalan dinyatakan sebagai perbandingan antara banyaknya kegagalan yang terjadi dalam selang waktu tertentu dengan total waktu operasi suatu komponen atau pun sistem. Laju kegagalan dapat dihitung dengan persamaan 2.13 dan 2.14 di bawah ini : (Ebeling, 1997)

$$\lambda = \frac{f}{T} \quad (2.13)$$

$$\lambda = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (2.14)$$

Dimana:

f = banyaknya kegagalan selama jangka waktu operasi

T = total waktu operasi (jam)

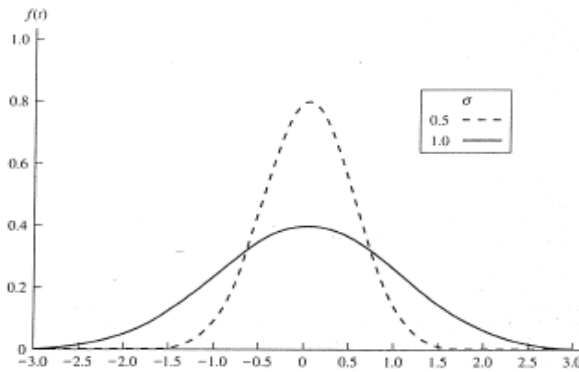
$\lambda(t)$ = laju kegagalan

Berikut merupakan penjelasan mengenai distribusi laju kegagalan yang memiliki empat jenis distribusi.

2.5.1 Distribusi Normal

Distribusi normal atau juga disebut distribusi gaussian adalah distribusi yang paling sering digunakan untuk menjelaskan tentang penyebaran data. *Probability Density Function* (PDF) dari distribusi normal adalah simetris terhadap nilai rata-rata (*mean*). Dispersi terhadap nilai rata-rata distribusi normal diukur berdasarkan nilai standar deviasi (σ). Dengan kata lain parameter distribusi normal adalah *mean* dan standar deviasi (σ). *Probability Density Function* (PDF) dari distribusi normal dapat dinyatakan dengan persamaan 2.15 di bawah ini : (Ebeling, 1997)

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{t - \mu}{\sigma} \right)^2 \right] \quad (2.15)$$



Gambar 2.4 Distribusi Normal

Jika distribusi waktu antar kegagalan suatu sistem mengikuti distribusi normal, maka :

- a. Fungsi Keandalan distribusi normal adalah :

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{t - \mu}{\sigma}\right) \quad (2.16)$$

- b. Laju kegagalan distribusi normal adalah :

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{f(t)}{1 - \Phi\left(\frac{t - \mu}{\sigma}\right)} \quad (2.17)$$

- c. Waktu rata-rata kegagalan distribusi normal adalah :

$$\text{MTTF} = \mu \quad (2.18)$$

Dimana :

t = waktu (variabel) (jam)

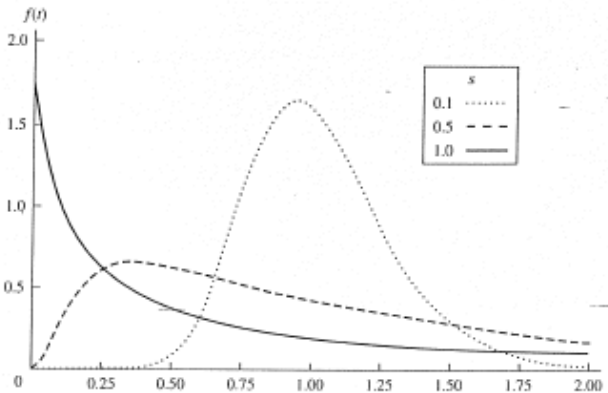
μ = rata-rata data

σ = simpangan baku

2.6.2 Distribusi Lognormal

Pada saat variabel acak T (waktu kegagalan) mempunyai distribusi lognormal, logaritma T memiliki distribusi normal. Fungsi kerapatan peluang untuk distribusi lognormal ditunjukkan pada persamaan 2.19 di bawah ini : (Ebeling, 1997)

$$f(t) = \frac{1}{\sigma t \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln t - \mu}{\sigma} \right)^2 \right] \quad (2.19)$$



Gambar 2.5 Distribusi Lognormal

Karakteristik distribusi lognormal memiliki dua parameter, diantaranya yaitu parameter lokasi (μ) dan parameter skala (σ), sama dengan standar deviasi. Jika distribusi waktu antar kegagalan mengikuti distribusi lognormal, maka : (Ebeling, 1997)

a. Fungsi Keandalan distribusi lognormal adalah :

$$R(t) = 1 - \int_0^t \frac{1}{\sigma t \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln t - \mu}{\sigma} \right)^2 \right] dt \quad (2.20)$$

- b. Laju kegagalan distribusi lognormal adalah :

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (2.21)$$

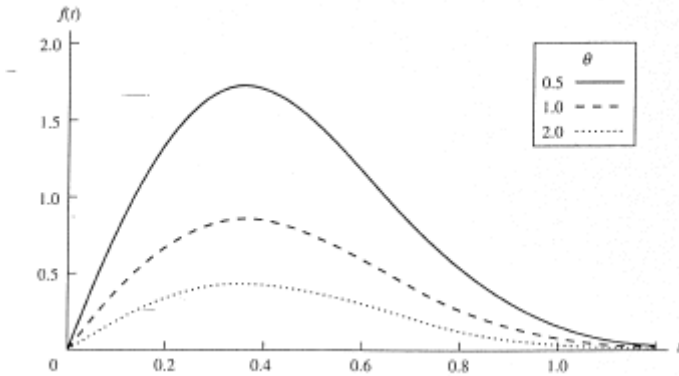
- c. Waktu rata-rata kegagalan distribusi lognormal adalah :

$$\text{MTTF} = \exp\left(\mu + \frac{\sigma^2}{2}\right) \quad (2.22)$$

2.5.3 Distribusi Weibull

Selain distribusi normal, distribusi *weibull* juga paling sering digunakan dalam Keandalan. Model *bathub curve* merupakan dasar untuk melakukan perhitungan Keandalan suatu komponen atau sistem. Penambahan parameter di dalam distribusi *weibull* dapat mempresentasikan banyaknya *probability density function* (PDF), sehingga distribusi ini dapat digunakan untuk variasi data yang luas. Berikut merupakan fungsi dari parameter distribusi *weibull* :

- a. η , sebagai parameter skala (*scale parameter*), $\eta > 0$, disebut sebagai *characteristic life*
- b. β , sebagai parameter bentuk (*shape parameter*), $\beta > 0$, mendeskripsikan bentuk dari PDF (*Probability Density Function PDF*).
- c. γ , sebagai parameter lokasi (*locations parameter*), yaitu merepresentasikan *failure-free* atau awal periode dari penggunaan alat. Jika $\gamma = 0$ maka distribusi akan berubah menjadi dua parameter.



Gambar 2.6 Distribusi *Weibull*

Karakteristik distribusi *weibull* memiliki beberapa parameter pada distribusinya, yaitu dua parameter (η, β) dan tiga parameter (η, β, γ) : (Ebeling, 1997)

- Distribusi dua parameter

PDF dari distribusi weibull yaitu :

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left[\left(\frac{t}{\eta} \right)^{\beta-1} \right] \exp \left[- \left(\frac{t}{\eta} \right)^{\beta} \right] \quad (2.23)$$

- a. Laju

kegagalan

distribusi *weibull* adalah :

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left[\frac{t}{\eta} \right]^{\beta-1} \quad (2.24)$$

- b. Fungsi Keandalan distribusi *weibull* adalah :

$$R(t) = \exp \left\{ - \left(\frac{t - \gamma}{\eta} \right)^{\beta} \right\} \quad (2.25)$$

- c. Waktu rata-rata kegagalan distribusi *weibull* adalah :

$$\text{MTTF} = \eta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \quad (2.26)$$

- Distribusi tiga parameter

PDF dari distribusi weibull yaitu :

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left[\left(\frac{t-t_0}{\eta} \right)^{\beta-1} \right] \exp \left[- \left(\frac{t-t_0}{\eta} \right)^{\beta} \right] \quad (2.27)$$

- a. Laju kegagalan distribusi *weibull* adalah :

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left[\frac{t-t_0}{\eta} \right]^{\beta-1} \quad (2.28)$$

- b. Fungsi Keandalan distribusi *weibull* adalah :

$$R(t) = \exp \left\{ - \left(\frac{t-t_0}{\eta} \right)^{\beta} \right\} \quad (2.29)$$

- c. Waktu rata-rata kegagalan distribusi *weibull* adalah :

$$\text{MTTF} = t_0 + \eta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \quad (2.30)$$

Dengan :

t = waktu (variabel) (jam)

β = bentuk parameter (*shape parameter*)

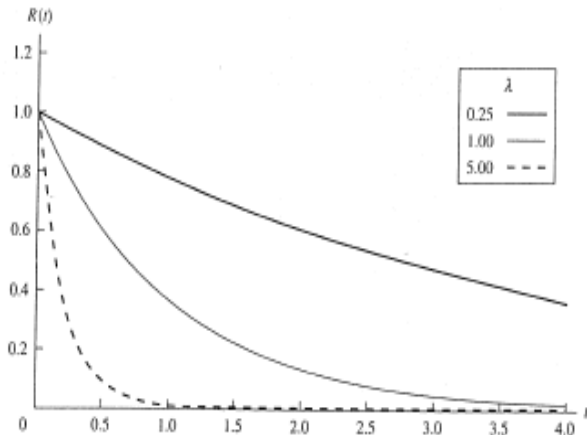
η = parameter skala (*scale parameter*)

γ = parameter lokasi (*location parameter*)

2.5.4 Distribusi Eksponensial

Probability Density Function (PDF) distribusi eksponensial ditunjukkan pada persamaan 2.31 berikut : (Ebeling, 1997)

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda(t-\gamma)}, \quad t > 0, \lambda > 0, t \geq \gamma \quad (2.31)$$



Gambar 2.7 Distribusi Ekspensial

Jika distribusi waktu antar kegagalan suatu sistem mengikuti distribusi eksponensial, maka : (Ebeling, 1997)

a. Fungsi Keandalan distribusi eksponensial adalah :

$$R(t) = e^{-\lambda(t\gamma)} \quad (2.32)$$

b. Laju kegagalan distribusi *eksponensial* adalah :

$$\lambda(t) = \lambda \quad (2.33)$$

c. Waktu rata-rata kegagalan distribusi eksponensial adalah :

$$MTTF = \gamma + \frac{1}{\lambda} \quad (2.34)$$

Dengan :

t = waktu (variabel) (jam)

MTTR = *Mean Time To Repair*

2.6 Reliability Centered Maintenance (RCM)

Reliability Centered Maintenance (RCM) adalah proses yang digunakan untuk menentukan langkah apa yang harus dilakukan

untuk menjamin suatu *asset* fisik. Harapannya agar *asset* tersebut dapat berjalan dengan baik dan terus memenuhi fungsi yang diharapkan oleh penggunaanya. Metode RCM digunakan untuk menganalisa fungsi komponen, jenis kerusakan yang terjadi, efek yang ditimbulkan akibat kerusakan, serta tindakan yang harus diberikan untuk mengantisipasi jenis kerusakan pada komponen kritis.

Pada dasarnya penelitian RCM merupakan usaha untuk menjawab tujuh pertanyaan utama yang berkaitan dengan *asset* atau peralatan yang sedang diteliti. Ketujuh pertanyaan utama tersebut antara lain adalah : (Moubray, 2000)

- a. Apakah fungsi dan hubungan performansi standar dari *asset* dalam konteks operasional pada saat ini (*system functions*)?
- b. Bagaimana *asset* tersebut rusak dalam menjalankan fungsinya (*functional failure*)?
- c. Apa yang menyebabkan terjadinya kegagalan fungsi *asset* tersebut (*failure modes*)?
- d. Apa yang terjadi pada saat terjadi kerusakan (*failure effect*)?
- e. Bagaimana masing-masing kerusakan tersebut dapat terjadi (*failure consequences*)?
- f. Apa yang dapat dilakukan untuk memprediksi atau mencegah masing-masing kerusakan tersebut (*proactive task and task interval*)?
- g. Apa yang harus dilakukan apabila kegiatan proaktif yang sesuai tidak ditemukan (*default action*)?

Terdapat pula tahapan penyusunan *Reliability Centered Maintenance* (RCM), yaitu antara lain sebagai berikut :

- a. Fungsi sistem dalam konteks operasional (*system function*).
- b. Kegagalan aset dalam menjalankan fungsinya (*functional failure*).
- c. Penyebab terjadinya kegagalan fungsi (*failure modes*).
- d. Efek yang ditimbulkan apabila aset mengalami kegagalan (*failure effect*).
- e. Konsekuensi apabila kegagalan aset terjadi (*failure consequences*).

- f. Kegiatan yang dilakukan untuk memprediksi atau mencegah kegagalan (*proactive task and initial interval*). Kegiatan yang dilakukan apabila langkah *proactive* yang sesuai tidak ditemukan (*default action*).

2.6.1 System Function and Functional Failure

Fungsi (*Function*) adalah kinerja (*performance*) yang diharapkan oleh suatu sistem agar dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya. *Functional Failure* (FF) didefinisikan sebagai ketidakmampuan suatu komponen atau sistem untuk memenuhi standar presentasi yang diharapkan oleh perusahaan.

Sebelum kita dapat menentukan kegiatan yang sesuai yang akan diberikan, ada dua hal yang harus dipenuhi. Pertama menentukan apa yang dikehendaki pemakai terhadap asset tersebut dan yang kedua yaitu memastikan bahwa *asset* tersebut mampu menjalankan apa yang dikehendaki oleh pemakai. Hal ini menjadi alasan mengapa langkah pertama yang diterapkan dalam proses RCM adalah menentukan apa fungsi dari setiap *asset* yang dimiliki dalam konteks operasi yang dijalankan, bersamaan dengan standar performansi yang diinginkan. *System Function* bertujuan untuk membuat suatu informasi yang dapat mendefinisikan fungsi sistem. Analisa yang digunakan adalah berdasarkan fungsi bukan mengenai peralatan yang ada pada system tersebut. Sedangkan *Functional Failure* bertujuan untuk menjelaskan bagaimana system tersebut mengalami kegagalan melaksanakan *system function*. (Moubray, 2000) seperti ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2.1 Deskripsi *System Function and Functional Failure* (Moubray, 2000)

No	System Function	Functional Failure
1	To supply benzene to the process at a minimum rate of 70 gallons/minute	A Fails to supply benzene at all
		B Supplies benzene at less than 70 gallons/minutes

2.6.2 *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Failure Mode & Effect Analysis adalah suatu teknik *management* kegagalan untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan suatu *asset* yang tidak mampu melaksanakan fungsi yang diharapkan oleh pengguna. *Failure Mode* dapat didefinisikan bagaimana suatu *asset* dapat mengalami kerusakan, bertujuan untuk menentukan akar permasalahan dari kegagalan yang terjadi. *Failure Effect* menjelaskan dampak yang diakibatkan apabila *failure mode* tersebut terjadi. Proses identifikasi terhadap fungsi, *failure mode* dan *failure effect* sangat penting untuk dilakukan karena dapat menentukan perbaikan performansi suatu *asset*. (Moubray, 2000)

Failure mode ada beberapa macam antara lain :

- a. *External Leakage-Process Medium (ELP)*
External Leakage-Process Medium adalah mode kegagalan yang memiliki arti kebocoran akibat pengaruh *external* pada proses.
- b. *Abnormal Instrument Reading (AIR)*
Abnormal Instrument Reading adalah mode kegagalan yang memiliki arti pembacaan *instrument* yang tidak normal.
- c. *Structural Deficiency (STD)*
Structural Deficiency adalah mode kegagalan yang memiliki arti penyimpangan *Desain Structural*.
- d. *Plugged/Chocked (PLU)*
Plugged/Chocked adalah mode kegagalan yang memiliki arti komponen mengalami sumbatan atau buntu.
- e. *Minor In-Service Problem (SER)*
Minor In-Service Problem adalah mode kegagalan yang memiliki arti kesalahan yang tidak diketahui/tidak disengaja pada saat melakukan perbaikan/pemasangan.
- f. *Fail To Regulate (FTR)*
Fail To Regulate adalah mode kegagalan yang memiliki arti *valve* tidak bisa membuka atau menutup sesuai dengan instruksi dari *Controller*.

- g. *Valve Leakage In Closed Position (LCP)* *Valve Leakage In Closed Position* adalah mode kegagalan yang memiliki arti kegagalan *valve* dalam menutup sehingga fluida masih bisa mengalir ketika *Valve* sudah menutup atau biasa disebut (*Passing*).
- h. *Fail To Open On Demand (FTO)*
Fail To Open On Demand adalah mode kegagalan yang memiliki arti *Valve* tidak bisa membuka.
- i. *Delayed Operation (DOP)*
Delayed Operation yaitu mode kegagalan yang memiliki arti keterlambatan *Valve* dalam merespon.
- j. *Insufficient Heat Transfer (IHT)*
Insufficient Heat Transfer adalah mode kegagalan yang memiliki arti *Cooler* tidak berhasil mendinginkan gas yang melewatinya.
- k. *Fail To Close On Demand (FTC)*
Fail To Close On Demand adalah mode kegagalan yang memiliki arti *Vavle* tidak bisa menutup sesuai dengan *Instruksi Controller*.

2.6.3 Konsekuensi Kegagalan (*Failure Consequences*)

Dalam *reliability centered maintenance*, konsekuensi kegagalan diklasifikasikan menjadi empat bagian yaitu : (Moubray, 2000)

- a. *Hidden Failure Consequences*
Hidden failure consequences merupakan kegagalan yang tidak dapat dibuktikan secara langsung sesaat setelah kegagalan berlangsung.
- b. *Safety and Environment Consequences*
Safety consequences terjadi apabila sebuah kegagalan fungsi mempunyai konsekuensi terhadap keselamatan pekerja/manusia lainnya. *Enviroment consequences* terjadi apabila kegagalan fungsi berdampak pada kelestarian lingkungan.
- c. *Operational Consequences*

Suatu kegagalan dikatakan memiliki konsekuensi operasional ketika berakibat pada produksi atau operasional (keluaran, kualitas produk, pelayanan terhadap konsumen atau biaya operasional untuk perbaikan komponen).

d. *Non Operational Consequences*

Bukti kegagalan pada kategori ini adalah yang bukan tergolong dalam konsekuensi keselamatan ataupun produksi, jadi kegagalan ini hanya melibatkan biaya perbaikan komponen.

2.6.4 *Severity Class*

Setiap kegagalan yang terjadi dapat dikategorikan ke dalam salah satu dari keempat *severity class* yaitu :

a. *Critical Failure*

Kegagalan yang menyebabkan kerugian secara langsung dan menyeluruh terhadap kapabilitas alat dalam menghasilkan output.

b. *Degraded Failure*

Kegagalan yang tidak bersifat kritis, namun dapat menghambat kinerja alat dalam menghasilkan output di beberapa kondisi. Tipe kegagalan ini biasanya terjadi secara bertahap dan lambat laun dapat meningkat menjadi *critical failure*.

c. *Incipient Failure*

Jenis kegagalan ini secara tidak langsung mempengaruhi kinerja alat dalam menghasilkan output. Namun, jika hal ini dibiarkan secara terus-menerus dapat menyebabkan *degraded failure* atau bahkan *critical failure* di masa mendatang.

d. *Unknown*

Pada tipe kegagalan ini, tidak ada rekaman tingkat keparahan atau dengan kata lain kegagalan tidak dapat terdeteksi.

2.6.5 Proactive Task and Initial Interval

Proactive task dan *initial interval* dilakukan sebelum terjadi kegagalan untuk menghindarkan aset dari kondisi yang dapat menyebabkan kegagalan. Kegiatan ini biasa dikenal dengan *predictive* dan *preventive maintenance*. Dalam RCM, *predictive maintenance* dikategorikan ke dalam aktivitas *scheduled on condition task*, sedangkan *preventive maintenance* dikategorikan ke dalam *scheduled restoration task* ataupun *scheduled discard task*. Adapun kategori-kategori dalam melakukan pemeliharaan adalah sebagai berikut : (Moubray, 2000)

a. *Scheduled on-condition task*

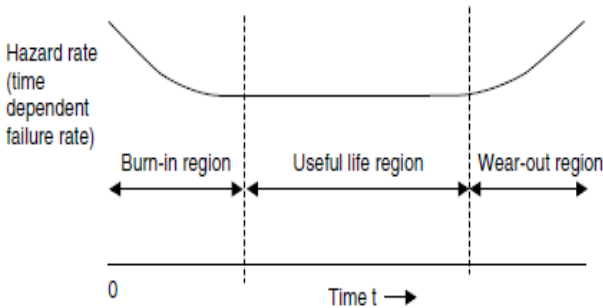
Scheduled on-condition task merupakan kegiatan untuk mengecek potensi kegagalan pada saat mesin sedang beroperasi, sehingga kegagalan tersebut dapat dicegah untuk menghindarkan alat dari konsekuensi terjadinya kegagalan fungsi.

b. *Scheduled restoration task*

Scheduled restoration task merupakan kegiatan pemeliharaan yang dilakukan dengan cara memperbaiki komponen sesuai jadwal tertentu sebelum mesin mengalami kegagalan fungsi. Dalam pelaksanaannya, mesin harus dihentikan.

c. *Scheduled discard task*

Scheduled discard task merupakan kegiatan pergantian komponen dengan komponen yang baru pada interval waktu tertentu tanpa memperhatikan kondisi komponen pada saat itu.



Gambar 2.8 *Bathtub Curve*

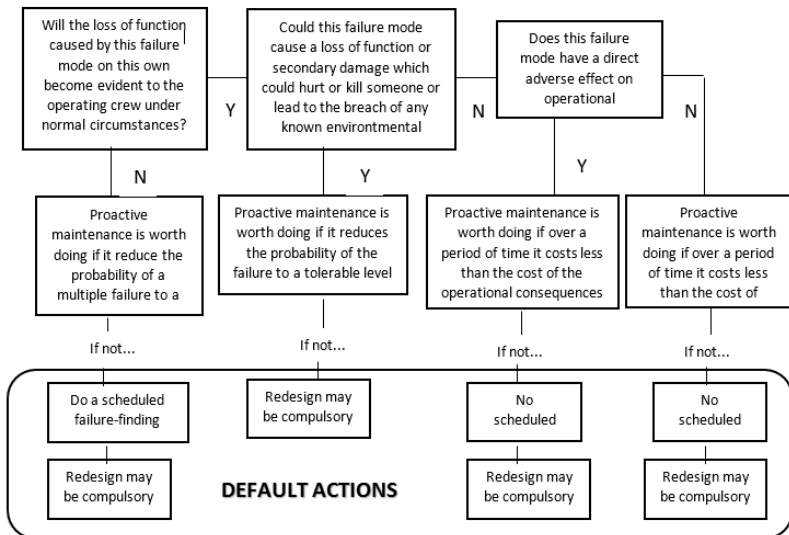
Bathtub curve adalah salah satu konsep yang dapat dijadikan acuan untuk menentukan bentuk maintenance yang sesuai untuk suatu sistem atau komponen berdasarkan jenis laju kegagalan yang berubah terhadap waktu. Pada *bathtub curve*, suatu komponen dapat dijelaskan menurut tiga fase utama, yaitu *fase burn-in*, *useful life*, serta *wear-out*. (Dhillon, 1997) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.8.

Selama fase *burn-in* (yang dikatakan sebagai fase awal dari suatu komponen yang baru diproduksi), laju kegagalan suatu komponen akan menurun. Beberapa kegagalan yang terjadi di dalam fase ini antara lain adalah ketidaksempurnaan proses manufaktur, kontrol kualitas yang kurang maksimal, cara *packaging* yang kurang tepat, atau kekurangan proses lainnya. Fase *burn-in* dikenal juga dengan sebutan *debugging region*, *infant mortality region*, atau *break-in region*. Kemudian, selama fase *useful life*, laju kegagalan komponen adalah konstan dan kegagalan yang terjadi pun tidak terprediksi atau acak. Kegagalan yang mungkin di antaranya cacat komponen yang tidak terdeteksi, penyalahgunaan komponen, faktor keamanan yang rendah, *human errors*, maupun kondisi lingkungan tertentu yang sulit dihindari. Pada akhirnya, di fase *wear-out*, laju kegagalan meningkat dan kegagalan yang terjadi di antaranya pemeliharaan

yang buruk, terjadinya korosi, maupun pemeriksaan (*overhaul*) yang tidak tepat.

2.6.5 Default Action

Default action adalah suatu tindakan yang dilakukan jika kondisi sudah berada dalam *failed scale*, dan dipilih ketika tindakan *proactive task* yang efektif tidak mungkin dapat dilakukan. Diagram *default action* ditunjukkan pada gambar berikut : (Moubray, 2000)



Gambar 2.9 *Default Actions*

Default action meliputi :

a. *Schedulled Failure Finding*

Schedulled failure finding merupakan kegiatan pengecekan secara periodik terhadap fungsi-fungsi yang tersembunyi untuk mengetahui apakah item tersebut telah mengalami kegagalan fungsi.

b. *Re-design*

Re-design merupakan kegiatan membuat suatu perubahan (modifikasi terhadap perangkat keras dan juga perubahan prosedur) untuk mengembalikan kondisi suatu alat kembali seperti semula.

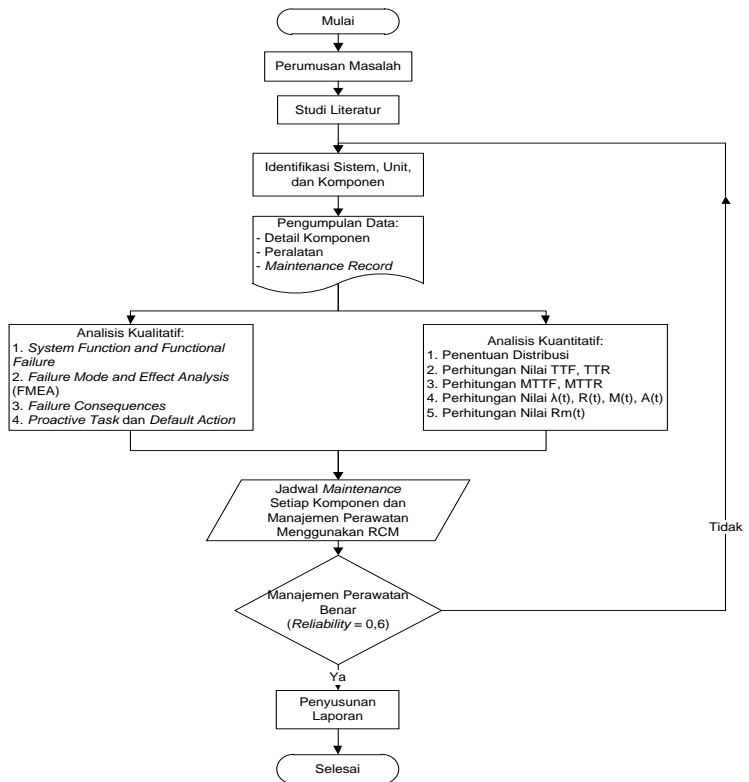
c. *Run to Failure*

Run to failure merupakan kegiatan membiarkan suatu alat beroperasi sampai terjadi kegagalan. Hal ini dilakukan karena berdasarkan pertimbangan finansial tindakan

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pengerjaan tugas akhir ini dilakukan dengan beberapa tahapan yang harus dikerjakan yaitu sesuai diagram alir seperti gambar 3.1 di bawah ini :



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

3.1 Studi Literatur

Melakukan pembelajaran tentang berbagai literatur baik dari jurnal, buku, internet, dan wawancara dengan narasumber yang pakar dalam bidangnya. Fungsinya untuk menunjang dalam identifikasi sistem dan pengumpulan data tugas akhir tentang *stripper CO₂* 102 E.

3.2 Identifikasi Sistem

Proses identifikasi sistem dimaksudkan untuk mengetahui komponen yang menyusun proses penggerak *stripping CO₂* 101 E serta bagaimana sistem tersebut beroperasi.

Tabel 3.1 Identifikasi Komponen Sistem

No	Tag Number	Nama Komponen
1	107 C	<i>Stripper quench cooler</i>
2	102 E	<i>CO₂ Stripper</i>
3	109 C	<i>Raw separator cooler</i>
4	108 J/JA	<i>Steam turbin Pump</i>

3.3 Pengolahan Data

Data yang didapatkan kemudian diolah dengan menggunakan dua metode. Metode pertama yaitu kuantitatif dan kedua metode kualitatif. Berikut merupakan penjelasan mengenai kedua metode tersebut :

3.3.1 Analisa Kualitatif

Analisa kualitatif berupa identifikasi *system function* dan *function failure*, *failure mode and effect analysis* (FMEA), *failure consequence*, *proactive task*, dan *default action*. Berikut merupakan penjelasan dari analisis kualitatif di atas :

- System function* mendefinisikan fungsi dari masing-masing komponen yang menyusun sistem *stripper CO₂*.
- Functional failure*, mendefinisikan mengenai kegagalan komponen penyusun sistem dan saat menjalankan fungsinya.
- Failure mode and effect analysis* (FMEA), mendefinisikan mengenai bentuk kegagalan yang terjadi serta dampak yang ditimbulkan saat terjadinya kegagalan. FMEA dapat dituliskan seperti tabel 3.2 berikut ini :

Tabel 3.2 Deskripsi fungsi komponen, fungsi kegagalan dan FMEA (Moubray, 2000)

<i>System Function</i>	<i>Functional Failure</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>
1. To reduce exhaust noise level to ISO noise rating 30 at 50 meters	A Noise level exceeds ISO noise rating 30 at 50 m.	1. Silencer material retaining mesh be corroded away	Most of the material would be blow out, but some might fall to the bottom of stack and obstruct the turbine outlet, causing high EGT and possible turbine shutdown. Noise levels would rise gradually. Downtime to repair about 2 weeks.
		2. Duct leaks outside.... etc turbine hall	

- d. *Failure Consequence*, mendefinisikan konsekuensi kegagalan dalam empat tipe kategori yaitu *hidden failure consequence*, *safety and environment failure consequence*, *operational failure consequence* dan *non operational consequence*. *Failure consequence* dapat dituliskan seperti tabel 3.3 di bawah ini :

Tabel 3.3 Descission worksheet dari RCM II (Moubray, 2000)

Information Reference	Consequence Evaluation	W1 S1 O1 N1	W2 S2 O2 N2	W3 S3 O3 N3	Default Action	Proposed Task
F	FF FM H S E O				W4 W5 S4	
1	A I Y N N N Y					Schedule on condition task

- e. *Proactive task and initial interval*, menyusun tindakan yang harus dilakukan sebelum terjadinya kegagalan guna menghindari komponen dari kemungkinan kegagalan, dan dikenal dengan kegiatan *predictive* dan *preventive maintenance*. Kegiatan tindakan proaktif dikategorikan menjadi tiga yaitu *schedule on condition task* (*predictive maintenance*), *schedule restoration task* dan *schedule discard task* (*preventive maintenance*).

3.3.2 Analisa Kuantitatif

Analisa kuantitatif digunakan menentukan nilai distribusi, nilai TTF (*Time To Failure*), TTR (*Time To Repair*), MTTF (*Mean Time To Failure*), MTTR (*Mean Time To Repair*), *Failure Rate* (λ), *Reliability Function* $R(t)$, *Maintainability* dan *Availability*.

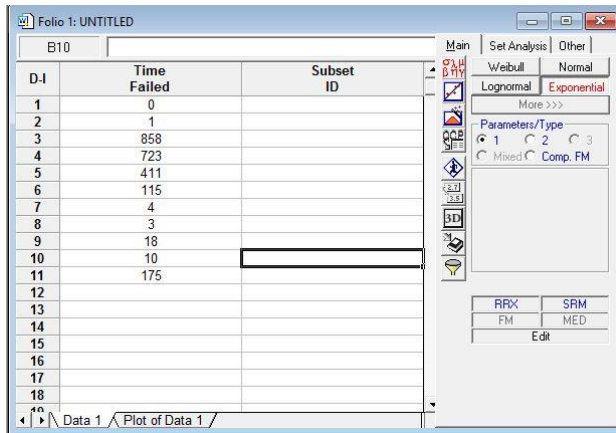
a. Penentuan *Time to Failure* (TTF)

Penentuan nilai *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR) diperoleh dari data *maintenance* proses *stripping CO₂* mulai tahun 2005 sampai tahun 2015 dari komponen-komponen kritis dan *loop* pengendalian untuk diambil datanya berdasarkan identifikasi variable yang telah ditentukan. TTF diperoleh berdasarkan rentang waktu antar kerusakan komponen terjadi. Sedangkan TTR ditentukan berdasarkan rentang waktu antar komponen rusak sampai komponen tersebut diperbaiki.

b. Penentuan Distribusi *Time to Failure* (TTF)

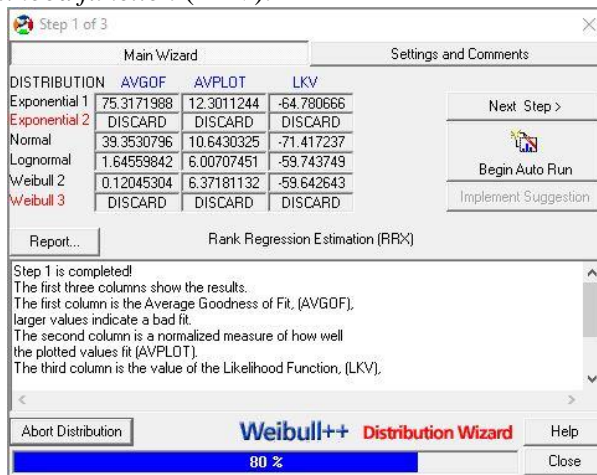
Penentuan distribusi kegagalan komponen proses *stripping CO₂* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak berupa *software Reliasoft Weibull ++6*. Distribusi kegagalan komponen digunakan dalam penentuan keandalan masing-masing komponen proses. Komponen yang digunakan sebagai contoh dalam laporan ini adalah *Level Transmitter* Adapun tahapan yang harus dilakukan dalam penentuan distribusi kegagalan masing-masing komponen adalah sebagai berikut:

1. TTF yang didapat berdasarkan masing-masing komponen dimasukkan ke dalam *software Reliasoft Weibull ++6*.



Gambar 3.2 Tampilan Nilai TTF pada Software Reliasoft Weibull ++6

2. Penentuan distribusi akan diketahui dengan menggunakan fitur *distribution wizard* pada software Weibull ++6 dengan mengetahui parameter uji *average of fit* (AVGOF) dan *likelihood function* (LKV).

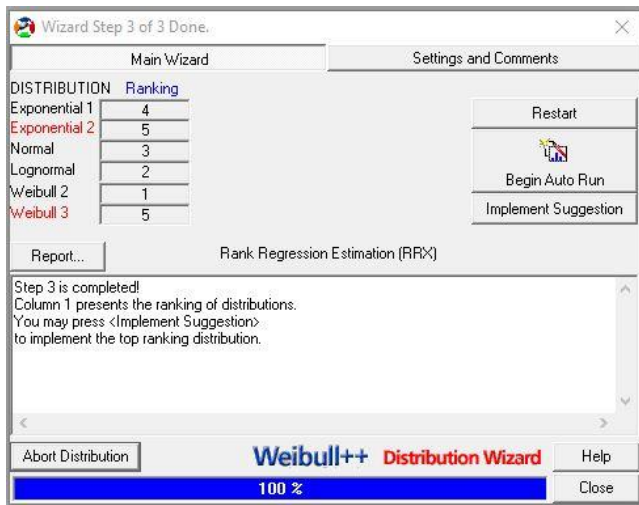


Gambar 3.3 Tampilan Nilai AVGOF dan LCK dalam Software Reliasoft Weibull ++6

Hasil yang diperoleh dari Gambar 3.3 yaitu semakin kecil nilai (AVGOF) maka menunjukkan hasil parameter uji sesuai. Parameter uji *average goodness of plot fit* (AVPLOT) yang menunjukkan ukuran yang digunakan untuk mengplot nilai hasil uji distribusi. Pada parameter uji *likelihood function* (LKV), nilai terkecil merupakan nilai terbaik untuk hasil uji distribusi.

3. Penentuan Peringkat Distribusi

Nilai distribusi yang telah diolah dalam *software Reliasoft Weibull ++6* setelah mengetahui nilai AVGOF dan LKV. Semakin besar nilai peringkat yang diperoleh, maka semakin baik distribusi tersebut digunakan. Seperti ditunjukkan oleh Gmabar 3.4 berikut ini:



Gambar 3.4 Tampilan Peringkat Distribusi pada *Software Reliasoft Weibull ++6*

4. Penentuan Parameter Distribusi

Setelah diketahui peringkat distribusi yang mempunyai nilai terbesar, kemudian pilih sesuai peringkat distribusi yang telah didapatkan pada *set analysis*. Setelah itu pilih *calculate* pada

menu sehingga diketahui nilai parameter persebaran datanya sesuai dengan peringkat distribusi.



Gambar 3.5 Tampilan Parameter Distribusi pada *Software Reliasoft Weibull ++6*

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.5 setelah diketahui parameter persebaran datanya digunakan untuk menghitung *Reliability* dari data TTF (*Time to Failure*) dan *Avaibility* dan *Maintanability* dari data TTR (*Time to Repair*) pada masing-masing komponen.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil analisa data dan pembahasan dari analisa kehandalan dengan metode RCM II pada sistem *Stripper CO₂ 102E*. Dalam metode RCM II ini penelitian menggunakan dua macam analisa data yaitu analisa kualitatif dan kuantitatif.

4.1 Analisa Kualitatif

Evaluasi kualitatif dilakukan dengan menganalisa penjelasa fungsi istem serta kegagalan fungsi dari masing – masing komponen utama kemudian diolah kedalam bentuk FMEA (*function and function failure, failure mode and effect*) dan *decicion worksheet*. Berikut merupakan analisa kualitatif yang dilakukan pada sistem pendukung *stripper CO₂ 102E* :

4.1.1 FMEA Sistem *Stripper CO₂ 102E*

a. FMEA *stripper CO₂ 102E* dan *Stripper Quench Cooler 107C*

Stripper CO₂ berfungsi untuk menghilangkan *CO₂* yang terserap oleh larutan *benfield* dengan cara *stripping stea*, penambahan panas dan penurunan tekanan. Maka dalam menjaga kondisi dalam *stripper CO₂* diperlukan *pressure safety valve* dimana mencegah terjadinya *overpressure* serta temperature indikator untuk menjaga kondisi suhu dalam *stripper CO₂*.

Functional Failure merupakan kegagalan *stripper CO₂* dalam menghilangkan dan memisahkan *CO₂* yang terserap oleh larutan Benfield.

Stripper Quench Cooler berfungsi untuk mentransfer panas dari larutan *benfield* berkonsentrasi rendah ke *cooling water* kemudian sebagian besar larutannya dikirim ke top 102 E dan

sisanya dialirkan sebagai media pendingin untuk gas proses pada 102 F1. Dengan menjaga suhu tersebut diperlukan temperatur indicator sehingga berakibat *overheat*.

Functional failure merupakan kegagalan 107C untuk mentransfer panas dalam larutan benfield berkonsentrasi rendah.

Tabel 4.1 FMEA 102E dan 107C

Function		Function failure	
1	menghilangkan CO ₂ yang telah terserap oleh larutan <i>benfield</i> dengan cara <i>stripping stea</i> , penambahan panas, dan penurunan tekanan. - CO ₂ stripper dioperasikan pada tekanan rendah 0,5 -1 kg/cm ² .G dan temperatur tinggi 100-130 oC.	1A	tidak dapat menghilangkan CO ₂ yang telah terserap oleh larutan <i>benfield</i> dengan cara <i>stripping stea</i> , penambahan panas, dan penurunan tekanan.

Kemudian failure mode dan failure effect seperti pada Tabel 4.1 didapatkan untuk mengetahui macam – macam kegagalan dari komponen pendukung yang dapat menyebabkan kegagalan pada fungsi stripper. Komponen yang menyebabkan kegagalan pada unit stripper 102 E adalah unit *stripper quench cooler* 107 C. berikut penjelasan selengkapnya dalam Tabel 4.2 .

Tabel 4.2 *Failure Mode Dan Failure Effect* Unit Stripper 102e

Failure mode		Failure effect
1A1	grid - grid di dalam stripper 102E mengalami deformasi akibat operasi pada kolom stripper berlebihan	larutan benfield dan co ₂ tidak dapat terpisahkan secara maksimal. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan ketika Turn Around (TA)

Tabel 4.2 Lanjutan

Failure mode		Failure effect
1A2	Flow Valve FV 1017 tidak dapat berfungsi dengan baik (tidak normal)	Flow control valve tidak dapat membuka penuh sehingga aliran benfield ke stripper akan berkurang sehingga mempengaruhi kinerja stripper dalam memisahkan CO ₂ . operator cek opening di DCS dan lapangan. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan pada flow control valve.
1A3	107 C membran/plat bocor karena korosif dari larutan	tidak dapat mendinginkan larutan CO ₂ berkonsentrasi rendah untuk dikembalikan dibagian top CO ₂ Stripper nantinya sebagian sebagai hasil CO ₂ Produk. Ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan atau pergantian ketika shutdown plant
1A4	Pressure control valve PV 1104 abnormal (tidak dapat bekerja dengan baik)	Pressure pada CO ₂ stripper tidak dapat membuka penuh sehingga pressure pada CO ₂ stripper akan meningkat dan dapat menyebabkan sistem trip. Operator cek opening di DCS dan lapangan. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan pressure valve
1A5	Line CO ₂ bocor karena korosif	Tidak maksimalnya fungsi ejector menyebabkan jeleknya proses ejector, sehingga CO ₂ yang tertarik ke ejector sedikit, menyebabkan larutan semi-lean solution memiliki kadar CO ₂ tinggi. Ada dampak SHE yang dikarenakan larutan semi-lean solution yang keluar dari line ejector. dilakukan perbaikan pada unit yang mengalami masalah.
1A6	Blowdown valve abnormal (tidak berfungsi dengan baik)	Blowdown valve tidak membuka penuh (abnormal) sehingga aliran dari stripper ke 109C berkurang sehingga membuat kinerja separator cooler tidak maksimal untuk mendinginkan larutan benfield. Operator

		cek opening DCS dan lapangan. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan pada valve.
1A7	gasket dan plat pada 107 C mengalami retak dan bocor karena proses chemical cleaning terdapat larutan klor	gasket dan plat rusak dan bocor akibatnya fungsi 107 C kurang maksimal. Ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan dengan cara perendaman dan perbersihan serta memungkinkan untuk pergantian.

b. FMEA Raw Gas Separator Cooler 109C

Raw gas separator cooler berfungsi untuk mendinginkan larutan Benfield yang terdapat pada lower trap 102 E dari suhu 126⁰C menjadi 70⁰C kemudian memompa dengan 108J/JA ke 101E. Maka dalam penggunaannya diperlukan temperatur indikator untuk menjaga suhu yang ada dalam 109C.

Functional failure merupakan kegagalan 107C untuk mendinginka suhu dalam larutan benfield berkonsentrasi rendah sampai mencapai suhu 70⁰C. seperti dijelaskan pada Tabel 4.3 berikut ini :

Tabel 4.3 FMEA Raw gas separator cooler

Function		Function failure	
2	Untuk mendinginkan Larutan Benfield dengan termperatur 126 ⁰ C yang terkumpul dibagian bawah 102 E hingga 70 ⁰ C di sisi shellnya	2A	tidak dapat mendinginkan Larutan dengan termperatur 126 ⁰ C yang terkumpul dibagian bawah 102 E hingga 70 ⁰ C di sisi shellnya

Failure mode dan *Failure effect* dari raw gas separator cooler 109C merupakan kegagalan dari komponen komponen pendukungnya yang dapat menyebabkan kegagalan fungsi pada unit 109C yaitu untuk mendinginkan larutan Benfield berkonsentrasi rendah dari temperature 126⁰C yang terkumpul

dibawah bed Stripper 102 e hingga 70⁰C disisi shellnya. Komponen yang dapat menyebabkan kegagalan pada lean solution pump adalah flange demin, drain strainer, dan gasket/ plat-plat yang ada pada unit ini. Penjelasan lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 *Failure mode dan Failure effect dari raw gas separator cooler*

Failure mode		Failure effect
2A1	flange demin bocor karena korosif dan rusak	Frame demint yag bermasalah dapat menyebabkan tekanan steam pada raw separator cooler tinggi dan dapat menyebabkan sistem trip. Operator cek pressure raw separator cooler . Tidak ada dampak SHE. Dilakukantindakan perbaikan
2A2	gasket dan plat pada 109 c mengalami retak dan bocor karena proses chemical cleaning terdapat larutan klor	gasket dan plat rusak dan bocor mengakibatkan fungsi 109 c kurang maksimal. Ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan dengan cara perendaman dan perbersihan serta memungkinkan untuk pergantian.
2A3	Drain strainer bermasalah/tidak berfungsi karena kesalahan design dan pemasangan	Drain strainer bermasalah bisa mengakibatkan pembuangan atau pembersihan larutan benfield sehingga cooling water bekerja kurang maksimal. Ada dampak SHE dikarenakan larutan benfield keluar dari separtor cooler. Dilakukan tindakan perbaikan pada unit yang bermasalah

c. FMEA *Lean Solution Pump* 108 J/JA

Lean solution pump berfungsi untuk memompa larutan Benfield berkonsentrasi rendah yang telah didinginkan oleh *raw gas separator cooler* 109 C menuju *absorber* 101 E. Maka dalam

mengatur tersebut diperlukan *flow falve* sebagai pengatur laju alirannya.

Fungsional failure merupakan kegagalan 108J/JA dalam /memompa/mendistribusikan larutan sampai ke 101E.

Tabel 4.5 FMEA *lean solution pump 108J/JA*

Function		Function failure	
108J/JA	memompa larutan benfield berkonsentrasi rendah yang telah didinginkan oleh raw gas separator cooler 109C menuju absorber 101 E	3A	tidak dapat memompa larutan benfield berkonsentrasi rendah yang telah didinginkan oleh raw gas separator cooler 109C menuju absorber 101 E

Failure mode dan *Failure effect* dari *Lean solution pump 108J/JA* merupakan kegagalan dari komponen komponen pendukungnya yang dapat menyebabkan kegagalan fungsi pada unit 108J/JA yaitu untuk memompa larutan benfield berkonsentrasi rendah yang telah didinginkan oleh 109C menuju absorber. Komponen yang dapat menyebabkan kegagalan pada lean solution pump adalah bearing, mechanic seal, shaf coupling, dan packing gland yang ada pada unit ini. Penjelasan lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Failure mode dan Failure Effect dari *lean solution pump 108J/JA*

Failure mode		Failure effect
3A1	bearing out board leakout karena vibrasi yang tinggi	Pompa mengalami penurunan performa sehingga flow pada pompa menurun dan tidak dapat memompa larutan benfield secara maksimal Operator cek visual dan penginderaan pada pompa. Tidak ada dampak SHE, dilakukan ganti bearing

Tabel 4.6 Lanjutan

Failure mode		Failure effect
3A2	mekanik seal bocor karena design dan korosi akibat larutan benfield (kurang injeksi larutan flash)	Flow pada pompa 108 J/JA akan turun , proses transfer dengan larutan benfield tidak optimal. Operator cek visual pompa. Ada dampak SHE akibat bocoran larutan benfield dapat menyebabkan gas H ₂ keluar dan bisa menyebabkan kebakaran, dilakukan penggantian dengan unit baru.
3A3	shaf coupling patah karena vibrasi tinggi	Vibrasi yang tinggi pada pompa 108 J/JA, performa pompa tidak optimal. Operator cek vibrasi pompa. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan spring couple yang mengalami kerusakan.
3A4	Packing gland bocor karena kesalahan pemasangan , tidak mengikuti procedure yang benar	packing gland ang bocor menyebabkan overheating pada komponen lain serta pengaruh kerugian produksi dan pencemaran. Ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan packing gland atau menggantinya

4.1.2 *Decission worksheet sistem Stripper 102 E*

Decision worksheet pada metode RCM II merupakan penentuan dampak kegagalan dan tindakan pencegahan yang dilakukan serta interval waktu yang dilakukan untuk melakukan tindakan pencegahan. Di dalamnya terdiri dari *RCM reference* yang didapatkan dari FMEA, *consequence evaluation* adalah konsekuensi yang didapatkan akibat kegagalan fungsi, default task merupakan penentuan tindakan yang akan dilakukan, dan *recommendation action* merupakan perencanaan tindakan (*scheduled restoration, schedule on condition, schedule discard*) yang dilakukan serta initial interval yang digunakan untuk menentukan waktu dari tindakan yang dilakukan.

Tabel 4.7 *Decission Worksheet* sistem *Stripper* 102 E

<i>RCM Reference</i>			<i>Condequence Evaluation</i>				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	<i>Default Task</i>		
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4
1	A	1	Y	N	N	Y	N	Y				
1	A	2	Y	N	N	Y	N	Y				
1	A	3	Y	Y			N	N	Y			
1	A	4	Y	N	N	Y	N	Y				
1	A	5	Y	N	Y		N	Y				
1	A	6	Y	N	N	Y	Y					
1	A	7	Y	Y			N	N	Y			
2	A	1	Y	N	N	Y	N	Y				
2	A	2	Y	N	N	Y	N	N	Y			
2	A	3	Y	Y			N	N	Y			
3	A	1	Y	N	N	Y	Y					
3	A	2	Y	Y			Y					
3	A	3	Y	N	N	Y	N	N	Y			
3	A	4	Y	Y			N	N	Y			

Dari Tabel 4.7 menjelaskan tentang consequence evaluation yang terdapat dalam RCM II *Decission Diagram* yaitu konsekuensi kegagalan tersembunyi (H), konsekuensi keselamatan dan lingkungan hidup (S dan E), konsekuensi operasional (O), dan konsekuensi non operasional (N). selanjutnya yaitu merekomendasikan tindakan yang akan dilakukan ketika terjadi kegagalan fungsi. Untuk penjelasan selengkapny terdapat pada Tabel 4.8 berikut:

Tabel 4.8 *Decission worksheet untuk recommendation action dan initial interval*

<i>RCM Reference</i>			<i>Recommendation Action</i>	<i>Frequency</i>
F	FF	FM		
1	A	1	<i>Do the scheduled restoration task</i>	1 tahun (Shut Down)
1	A	2	<i>Do the scheduled restoration task</i>	3 bulan
1	A	3	<i>Do the scheduled discard task</i>	3 bulan
1	A	4	<i>Do the scheduled restoration task</i>	1 tahun (Shut Down)
1	A	5	<i>Do the scheduled restoration task</i>	6 bulan
1	A	6	<i>Do on condition task</i>	1 bulan
1	A	7	<i>Do the scheduled discard task</i>	6 bulan
2	A	1	<i>Do the scheduled restoration task</i>	1 tahun (Shut Down)
2	A	2	<i>Do the scheduled discard task</i>	6 bulan
2	A	3	<i>Do the scheduled discard task</i>	6 bulan
3	A	1	<i>Do on condition task</i>	1 bulan
3	A	2	<i>Do on condition task</i>	1 bulan
3	A	3	<i>Do the scheduled discard task</i>	6 bulan
3	A	4	<i>Do the scheduled discard task</i>	6 bulan

4.2 Analisa Kuantitatif

Analisa kuantitatif bertujuan untuk mendapatkan nilai kehandalan masing-masing komponen penyusun sistem *Stripper CO₂ 102E*. analisa tersebut dilakukan dengan menggunakan data *maintenance* sistem *Stripper CO₂ 102E*. Kemudian didapatkan nilai kehandalan, ketersediaan, keterawatan masing-masing komponen dan dapat diketahui dengan menghitung TTF (*time to failure*), TTR (*time to repair*). Data tersebut akan diolah dan

digunakan untuk mengevaluasi komponen kritis dan jadwal maintenance pada masing-masing komponen.

4.2.1 Evaluasi kuantitatif *Stripper CO₂ 102 E*

Stripper CO₂ 102 E dalam proses operasi terdapat beberapa komponen pendukung yaitu *Flow Transmitter*, *Level Transmitter*, *Flow Valve*, *Pressure Transmitter* dan *Pressure Safety Valve*. Evaluasi keandalan komponen tersebut adalah sebagai berikut :

a. *Stripper CO₂ 102 E*

• Penentuan Distribusi

Penentuan distribusi kegagalan dalam *Stripper CO₂ 102 E* didapatkan melalui waktu kegagalan dari masing – masing komponen pendukungnya mulai tahun 2005 sampai dengan 2016 dari pabrik 1 PT. Petrokimia Gresik. Kemudian data tersebut diolah untuk dilakukan evaluasi terhadap masing – masing komponen pendukung *Stripper 102 E*, seperti yang ditunjukkan di Tabel 4.9 dibawah ini :

Tabel 4.9 Perhitungan TTF dan TTR unit *Steam Drum 101 F*

No	Actual Start	Actual Completion	TTF (Hours)	TTR (Hours)
1	9/28/2005	9/28/2005	0	4
2	9/6/2006	9/6/2006	8232	5
3	3/3/2008	3/3/2008	13056	5
4	4/16/2009	4/16/2009	9816	4
5	6/15/2009	6/16/2009	1464	3
6	3/29/2010	3/29/2010	6864	4
7	6/16/2010	6/16/2010	1896	4
8	6/3/2011	6/3/2011	8448	4
9	7/14/2011	7/14/2011	984	2
10	4/29/2012	4/29/2012	6960	2

Tabel 4.9 Lanjutan

No	Actual Start	Actual Completion	TTF (Hours)	TTR (Hours)
11	8/3/2012	8/3/2012	2304	4
12	8/21/2013	8/21/2013	9192	4
13	10/14/2015	10/14/2015	18816	4
14	3/1/2016	3/1/2016	3336	3
Jumlah			91368	52
Rata - Rata			6526	4

Berdasarkan data waktu kegagalan dan waktu perbaikan dapat dihitung nilai TTF dan TTR yang ditunjukkan pada Tabel 4.9. Nilai TTF dan TTR sebagai parameter untuk menentukan fungsi distribusi dengan bantuan *software Reliasoft Weibull ++6*.

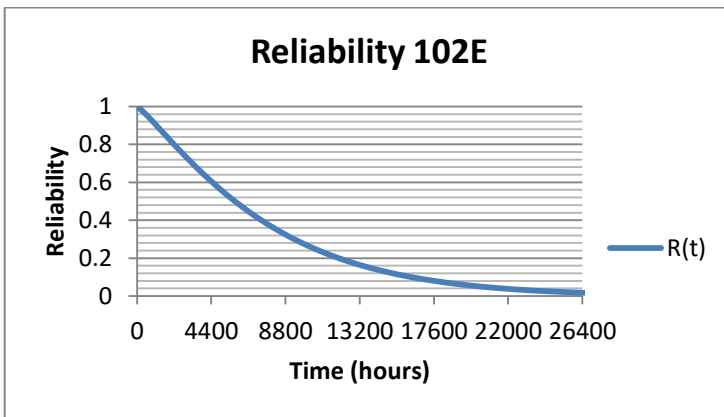
Tabel 4.10 Hasil Keluaran *Software Reliasoft Weibull* untuk unit *Stripper CO₂ 102E*

Rank	DISTRIBUTION	AvGOF
4	Exponential 1	59.2717771
5	Exponential 2	DISCARD
1	Weibull 2	4.86975223
5	Weibull 3	DISCARD
2	Normal	25.8605933
3	Lognormal	52.7431479

Tabel 4.10 menunjukkan parameter distribusi probabilitas beberapa fungsi. Parameter AVGOF digunakan untuk menentukan fungsi distribusi terbaik. Yaitu pada nilai TTF *hours* ranking 1 dengan distribusi Weibull II.

- **Analisis Keandalan**

Berdasarkan data *maintenance record* sebelumnya didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi Weibull II dengan parameter $\beta=1,2759$ dan $\eta=7733,967$. Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.25 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam). Hasil perhitungan ditunjukkan pada Gambar 4.1 berikut ini:



Gambar 4.1 Keandalan *stripper 102E*

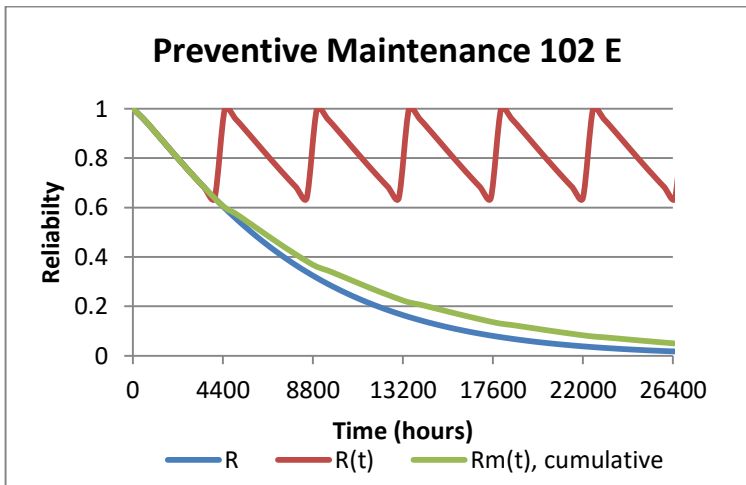
Dari Gambar 4.1 diketahui keandalan *stripper 102E* pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 4400 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai keandalan *stripper 102E* dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 4400 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran B.1.

Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Weibull III dengan parameter $\beta=5,2046$, $\eta=5,36$ dan

$\gamma = -1.21$. Setelah didapat nilai λ maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.6 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari *stripper 102 E* dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 4400 jam operasi adalah 0,72. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran B.2.

- **Analisa Preventive Maintenance**

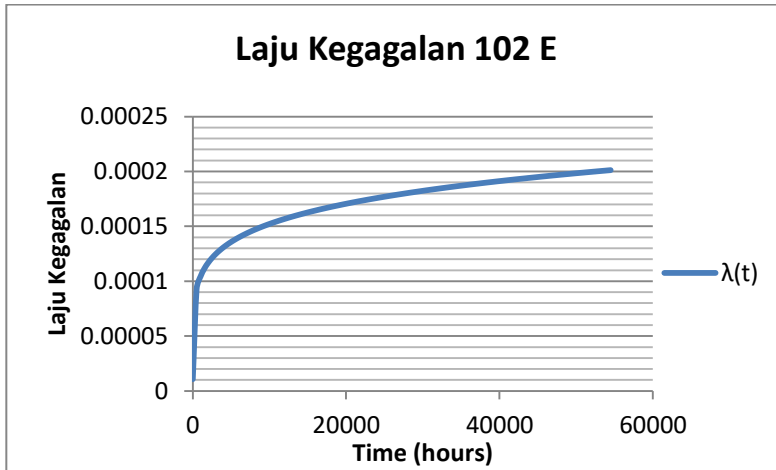
Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat $R(t)$ 0,6 yang berada pada 4400 jam operasi, didapatkan nilai kehandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu (t), seperti ditunjukkan pada Gambar 4.2 berikut ini:



Gambar 4.2 Keandalan *Stripper 102 E* dengan PM

Gambar 4.2 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 4000 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kenaikan nilai kehandalan

sekitar 0,04% dari sebelumnya, laju kegagalan dari *Stripper 102 E* adalah naik (*increasing failure rate*) seperti ditunjukkan pada Gambar 4.3 berikut ini:



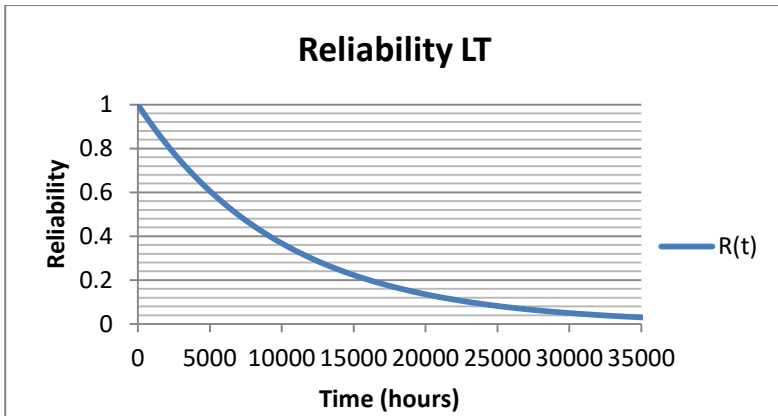
Gambar 4.3 Laju Kegagalan *Stripper 102E*

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* optimal luntuk dilakukan pada *stripper 102 E*. Sehingga jenis perawatan berupa *schedule restoration task* pada 4400 jam operasi.

b. Level Transmitter

• Analisis Keandalan

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lamiparan A.1 didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi Eksponensial I dengan nilai $\lambda=0.001$. Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.32 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam). Hasil perhitungan ditunjukkan pada Gambar 4.4 berikut ini:



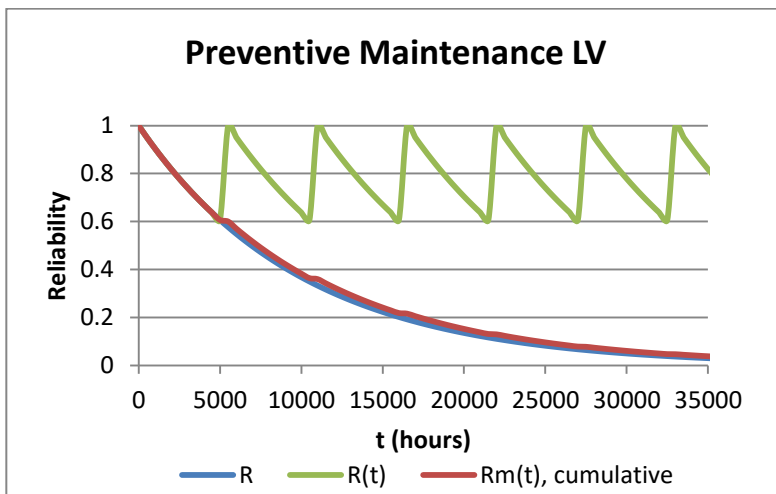
Gambar 4.4 Keandalan *Level Transmitter*

Dari Gambar 4.4 diketahui keandalan *level transmitter* pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 5000 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai keandalan *level transmitter*, dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 5000 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran B.3.

Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Eksponensial II dengan parameter $\lambda = 2.4786$ dan $\gamma = 1.8050$. Setelah didapat nilai lamda (λ) maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.7 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari *level transmitter* dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 5000 jam operasi adalah 1. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran B.4.

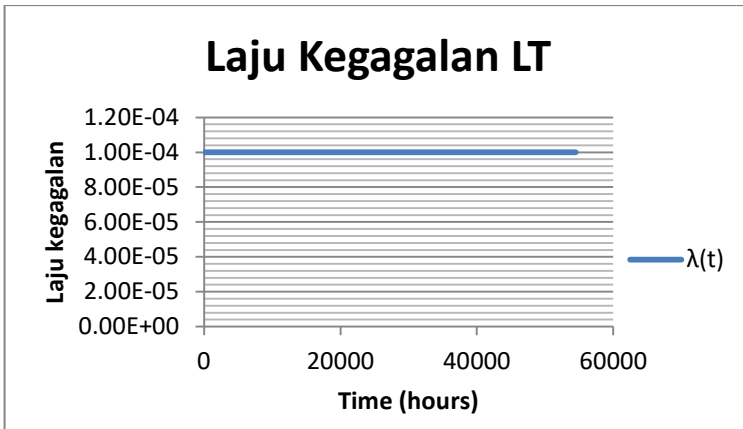
- **Analisa Preventive Maintenance**

Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat $R(t)$ 0,6 yang berada pada 5000 jam operasi, didapatkan nilai kehandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu (t), seperti ditunjukkan pada Gambar 4.5 berikut ini:



Gambar 4.5 Keandalan *Level Transmitter* dengan PM

Gambar 4.5 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 5000 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kesamaan nilai kehandalan antara sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance* maka laju kegagalan dari *level transmitter* adalah konstan (Konstan failure rate) seperti ditunjukkan pada Gambar 4.6 berikut ini:



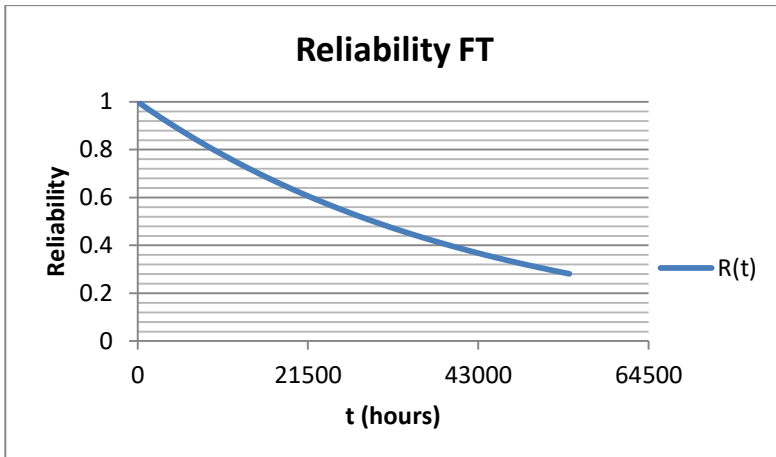
Gambar 4.6 Laju Kegagalan *Level Transmitter*

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* optimal untuk dilakukan pada *level transmitter*. Sehingga jenis perawatan berupa *schedule restoration task* pada 5000 jam operasi.

c. *Flow Transmitter*

- **Analisis Keandalan**

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lamiparan A.3 didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi Eksponensial 1 dengan parameter $\lambda = 2.33 \times 10^{-5}$. Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.32 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam). Hasil perhitungan ditunjukkan pada Gambar 4.7 berikut ini:



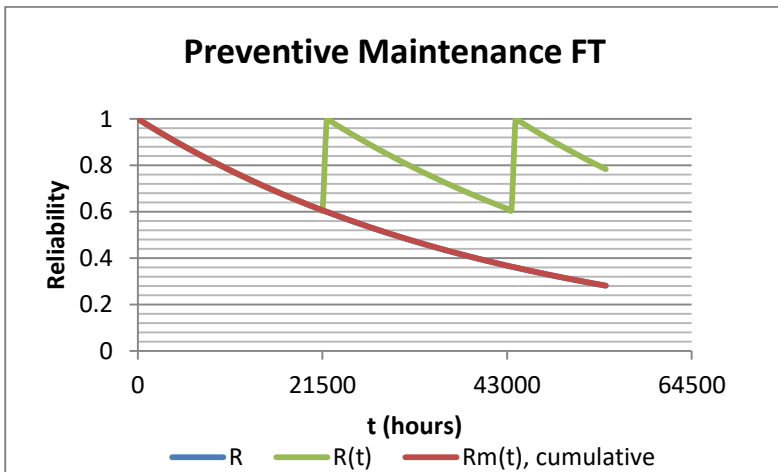
Gambar 4.7 Keandalan *Flow Transmitter*

Dari gambar 4.7 diketahui keandalan *Flow Transmitter* pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 21500 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai keandalan *Flow Transmitter*, dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 21500 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran B.5.

Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Weibull III dengan parameter $\beta=1,3900$, $\eta=1,3605$, dan $\gamma = 4,73$. Setelah didapat nilai lamda (λ) maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.6 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari *Flow Transmitter* dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 21500 jam operasi adalah 1. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran B.6.

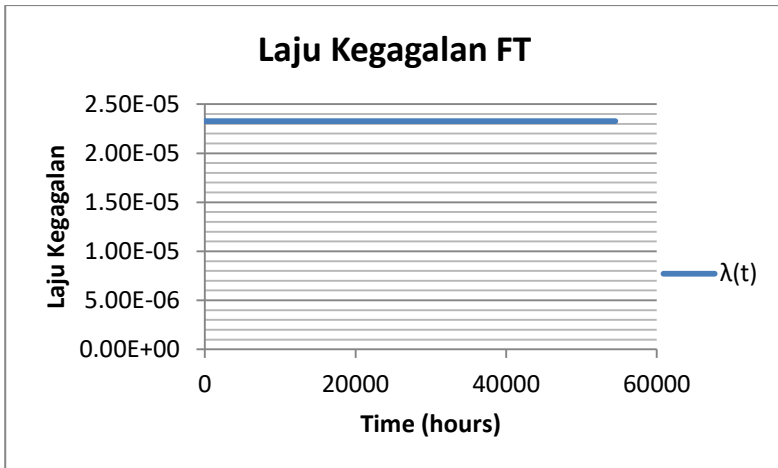
- **Analisa *Preventive Maintenance***

Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat $R(t)$ 0,6 yang berada pada 21500 jam operasi, didapatkan nilai kehandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu (t), seperti ditunjukkan pada Gambar 4.8 berikut ini:



Gambar 4.8 Keandalan *Flow Transmitter* dengan PM

Gambar 4.8 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 21500 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kesamaan nilai kehandalan antara sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance* maka laju kegagalan dari *Flow Transmitter* adalah konstan (constant failure rate) seperti ditunjukkan pada Gambar 4.9 berikut ini:



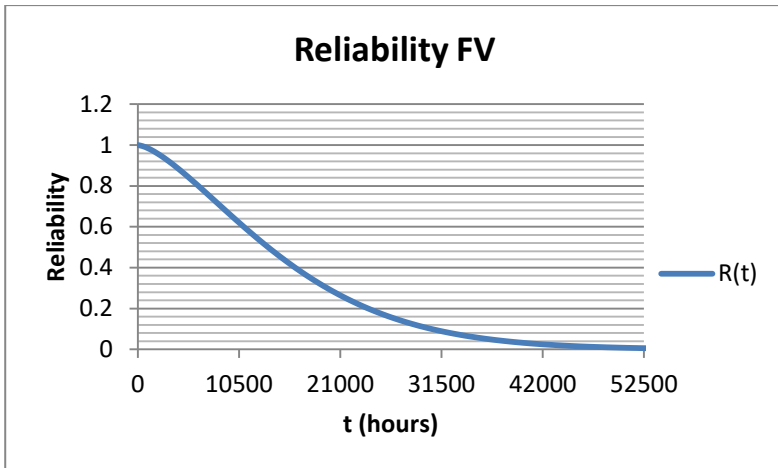
Gambar 4.9 Laju Kegagalan *Flow Transmitter*

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* optimal untuk dilakukan pada *Flow Transmitter*. Sehingga jenis perawatan berupa *schedule restoration task* pada 21500 jam operasi.

d. *Flow Valve*

- **Analisis Keandalan**

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lampiran A.5 didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi Weibull II dengan parameter $\beta = 1.4777$, $\mu = 17,310$. Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.25 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam). Hasil perhitungan ditunjukkan pada Gambar 4.10 berikut ini:



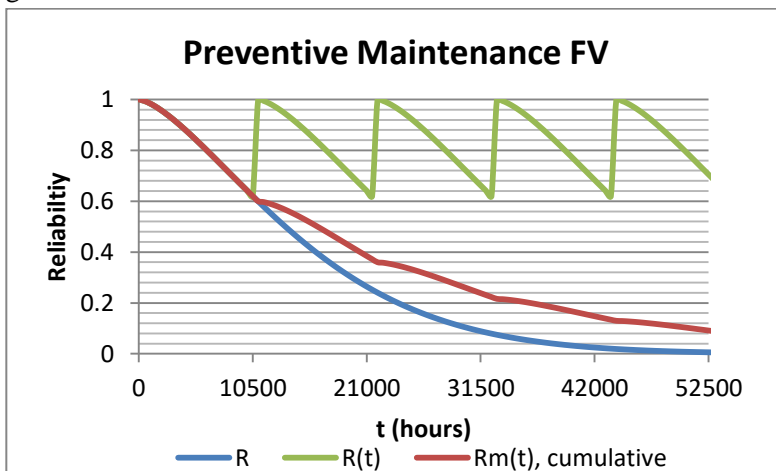
Gambar 4.10 Keandalan *Flow Valve*

Dari gambar 4.10 diketahui keandalan *Flow Valve* pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 10500 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai keandalan *flow valve*, dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 10500 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran B.7.

Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Eksponensial II dengan $\lambda = 6.22E-01$ dan $\gamma = 4.3982$. Setelah didapat nilai lamda (λ) maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.7 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari *Flow Valve* dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 10500 jam operasi adalah 1. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran B.8.

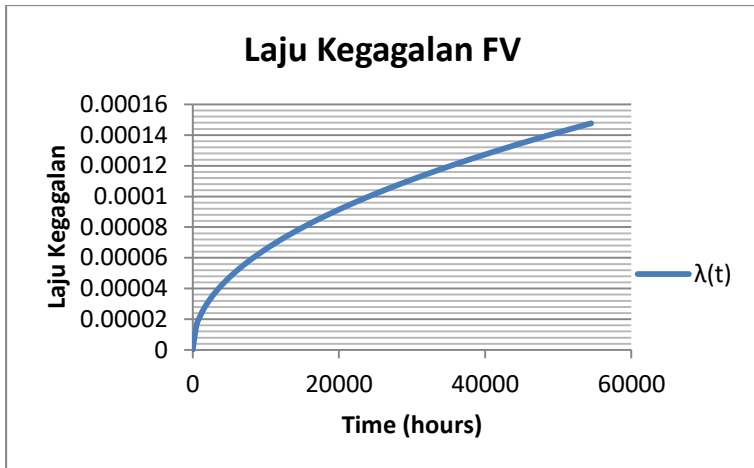
- **Analisa Preventive Maintenance**

Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat $R(t)$ 0,6 yang berada pada 10500 jam operasi, didapatkan nilai kehandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu (t), seperti ditunjukkan pada gambar 4.11 berikut:



Gambar 4.11 Keandalan *Flow Valve* dengan PM

Gambar 4.11 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 10500 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kenaikan nilai kehandalan sekitar 0,08% dari sebelumnya, laju kegagalan dari *level valve* adalah naik (*increasing failure rate*) seperti ditunjukkan pada Gambar 4.12 berikut ini:



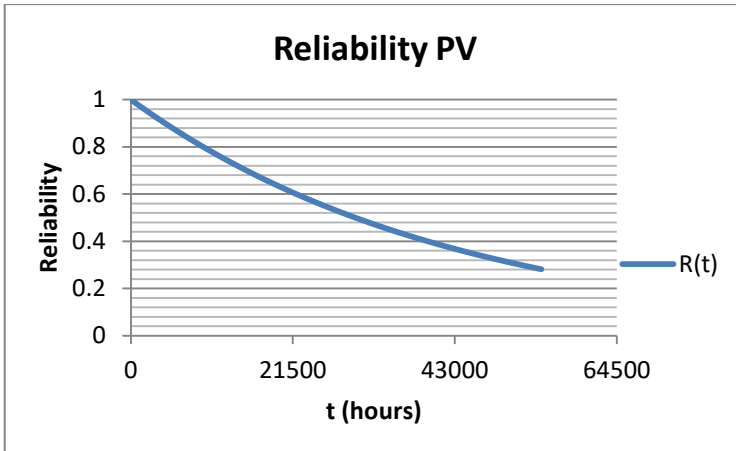
Gambar 4. 12 Laju Kegagalan Flow Valve

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* optimal untuk dilakukan pada *Flow valve*. Sehingga jenis perawatan berupa *schedule on condition task* pada 10500 jam operasi.

e. *Pressure Control Valve*

- **Analisis Keandalan**

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lampiran A.7 didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi Eksponensial I dengan parameter $\lambda=0,0000233$. Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.32 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam). Hasil perhitungan ditunjukkan pada Gambar 4.13 berikut ini:



Gambar 4. 13 Keandalan *Pressure Control Valve*

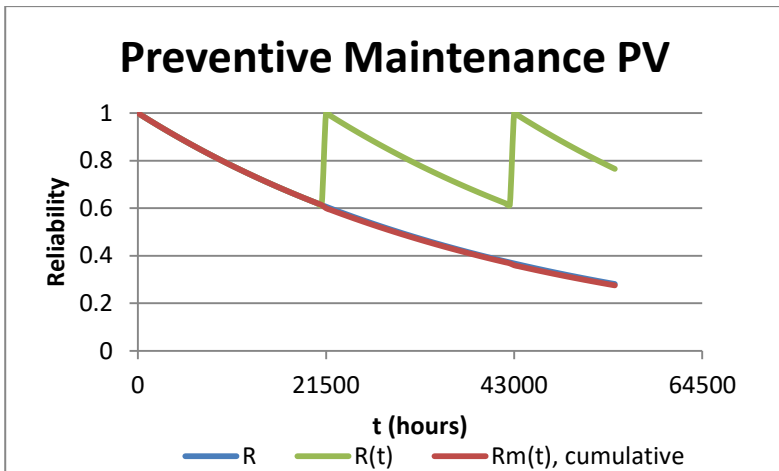
Dari Gambar 4.13 diketahui keandalan *pressure control valve* pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 21500 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai keandalan *pressure control valve*, dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 21500 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran B.9.

Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana nilai MTTR sebesar 6,5 jam. Untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari *pressure control valve* dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 21500 jam operasi adalah 1. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran B.10.

- **Analisa Preventive Maintenance**

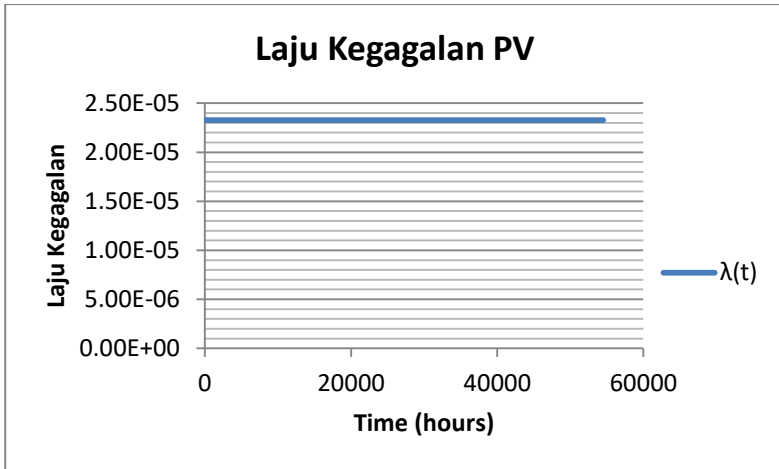
Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi

tersebut dilakukan pada saat $R(t)$ 0,6 yang berada pada 21500 jam operasi, didapatkan nilai kehandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu (t), seperti ditunjukkan pada Gambar 4.14 berikut:



Gambar 4.14 Keandalan *Pressure control Valve* dengan PM

Gambar 4.14 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 21500 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kesamaan nilai kehandalan antara sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance* dari *pressure control valve* adalah konstan (*constant failure rate*).



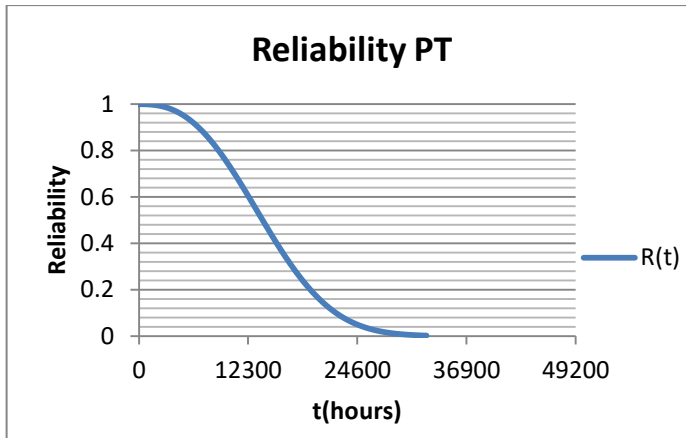
Gambar 4. 15 Laju Kegagalan PV

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* optimal untuk dilakukan pada *pressure control valve*. Sehingga jenis perawatan berupa *schedule on condition task* pada 21500 jam operasi.

f. Pressure Transmitter

• Analisis Keandalan

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lamiparan A.9 didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi Weibull 2 dengan parameter $\beta=2.5787$ dan $\eta = 16,062$. Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.25 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam). Hasil perhitungan ditunjukkan pada Gambar 4.16 berikut ini:



Gambar 4.16 Keandalan *Pressure Transmitter*

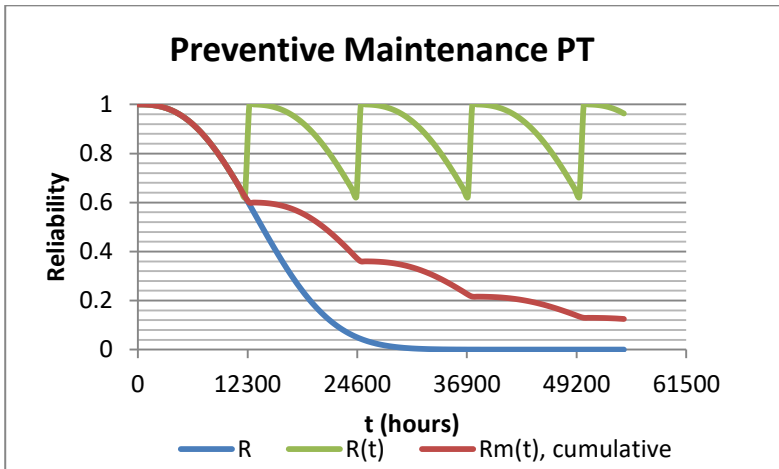
Dari Gambar 4.16 diketahui keandalan *pressure transmitter* pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 12300 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai keandalan *pressure transmitter*, dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 12300 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran B.11.

Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana nilai MTTR sebesar 6,5 jam. Untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari *pressure transmitter* dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 21500 jam operasi adalah 0.95. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran B.12.

- **Analisa Preventive Maintenance**

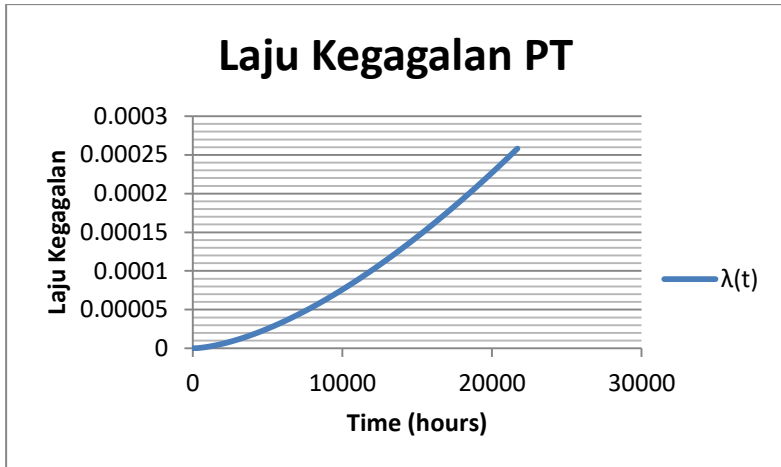
Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi

tersebut dilakukan pada saat $R(t)$ 0,6 yang berada pada 12300 jam operasi, didapatkan nilai kehandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu (t), seperti ditunjukkan pada gambar 4.17 berikut:



Gambar 4.17 Keandalan *Pressure Transmitter* dengan PM

Gambar 4.17 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 12300 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kenaikan nilai kehandalan sekitar 0,12% dari sebelumnya, laju kegagalan dari *Pressure Transmitter* adalah naik (*increasing failure rate*) seperti ditunjukkan pada Gambar 4.18 berikut ini:



Gambar 4. 18 Laju Kegagalan PT

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* optimal untuk dilakukan pada *pressure Transmitter*. Sehingga jenis perawatan berupa *schedule on condition task* pada 12300 jam operasi.

4.2.2 Evaluasi kuantitatif *Stripper Quench Cooler 107 C*

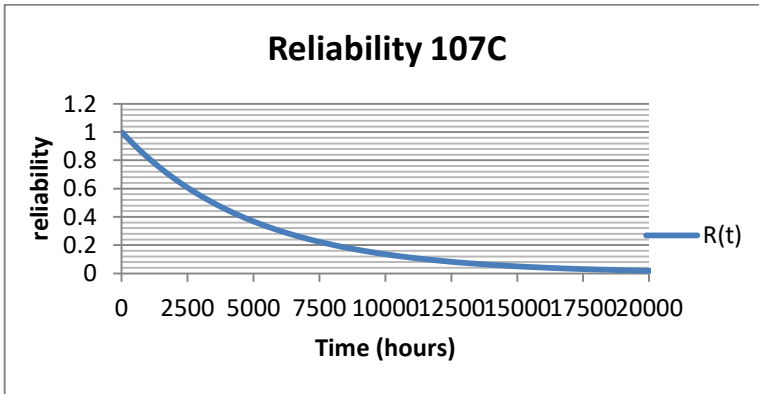
Stripper Quench Cooler 107 C mempunyai beberapa komponen penting sebagai pendukung dalam proses operasi yaitu terdiri dari *Stripper Quench Cooler 107 C*. Evaluasi keandalan komponen tersebut adalah sebagai berikut :

a. *Stripper Quench Cooler 107 C*

- **Analisis Keandalan**

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lamiparan A.11 didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi Eksponensial I dengan parameter $\lambda=0,0002$. Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.32 untuk mengetahui keandalan komponen dalam

interval waktu (jam). Hasil perhitungan ditunjukkan pada gambar 4.19 berikut ini:



Gambar 4.19 Keandalan *Stripper Quench Cooler 107C*

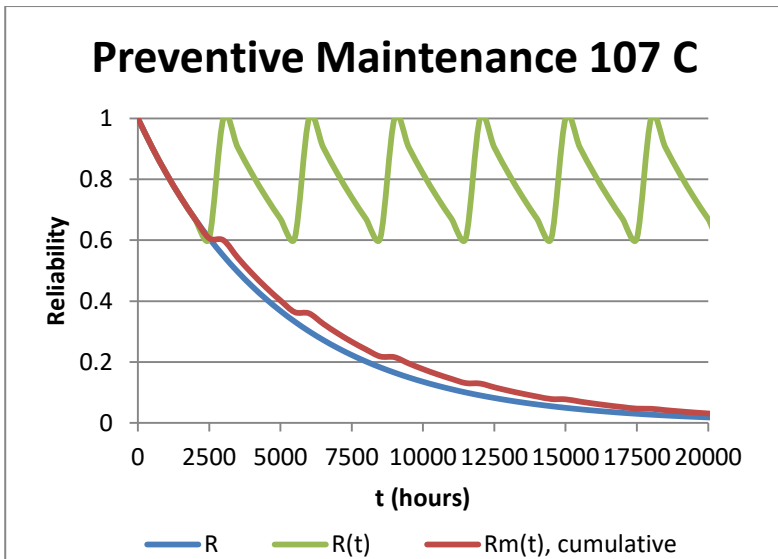
Dari Gambar 4.19 diketahui keandalan *Stripper Quench Cooler 107 C* pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 2500 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai keandalan *Stripper Quench Cooler 107 C*, dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 2500 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran B.13.

Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Weibull II dengan parameter $\beta=2.8737$ dan $\eta= 5.9179$. Setelah didapat nilai lamda (λ) maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.6 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari *Stripper Quench Cooler 107 C* dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 2500 jam operasi adalah 0.79. Hasil pengolahan data *availability* dan

maintainability pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran B.14.

- **Analisa *Preventive Maintenance***

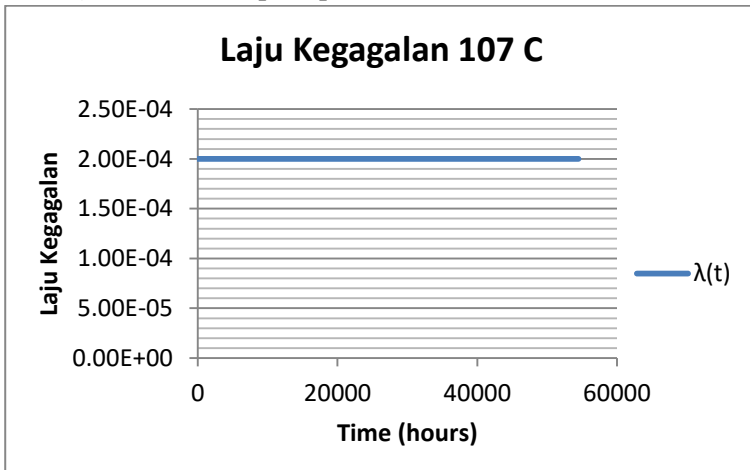
Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat $R(t)$ 0,6 yang berada pada 2500 jam operasi, didapatkan nilai kehandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu (t), seperti ditunjukkan pada gambar 4.20 berikut:



Gambar 4.20 Keandalan *Stripper Quench Cooler* dengan PM

Gambar 4.20 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 2500 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kesamaan nilai kehandalan antara sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance*,

laju kegagalan dari *Stripper Quench Cooler 107 C* adalah konstan (*constant failure rate*) seperti pada Gambar 4.21 berikut ini :



Gambar 4.21 Laju Kegagalan 107 C

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* belum optimal untuk dilakukan pada *Stripper Quench Cooler 107 C*. Sehingga jenis perawatan berupa *schedule on condition task* pada 2500 jam operasi.

4.2.3 Evaluasi kuantitatif *Lean Solution Pump 108 J/JA*

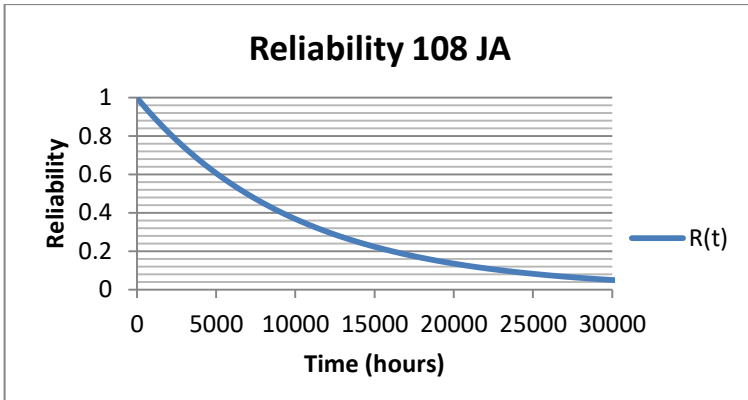
Lean Solution Pump 108 J/JA mempunyai beberapa komponen penting sebagai pendukung dalam proses operasi yaitu terdiri dari *Lean Solution Pump 108 J* dan *108 JA* dan *Flow Valve* dan *Level Valve*. Evaluasi keandalan komponen tersebut adalah sebagai berikut :

a. *Lean Solution Pump 108 JA*

• Analisis Keandalan

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lampiran A.17 didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure*

(TTF) yang sesuai yaitu distribusi Eksponensial I dengan parameter $\lambda=1,00\text{E-}04$. Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.32 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam). Hasil perhitungan ditunjukkan pada Gambar 4.22 berikut ini:



Gambar 4.22 Keandalan *Lean Solution Pump 108JA*

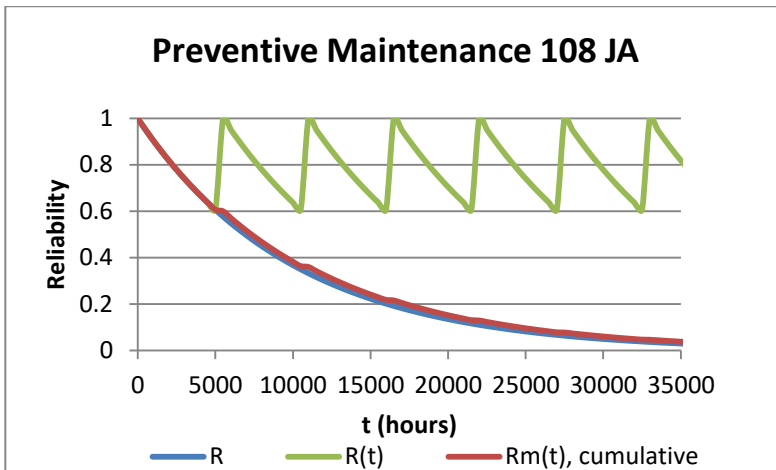
Dari Gambar 4.22 diketahui keandalan *Lean Solution Pump 108JA* pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 5000 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai keandalan *Lean Solution Pump 108JA*, dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 5000 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran B.19.

Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Eksponensial II dengan parameter $\lambda= 3.57\text{E-}01$ dan $\gamma = 4.4761$. Setelah didapat nilai lamda (λ) maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.7 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari *Lean Solution Pump 108 JA* dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 5000 jam operasi

adalah 0,99. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran B.20.

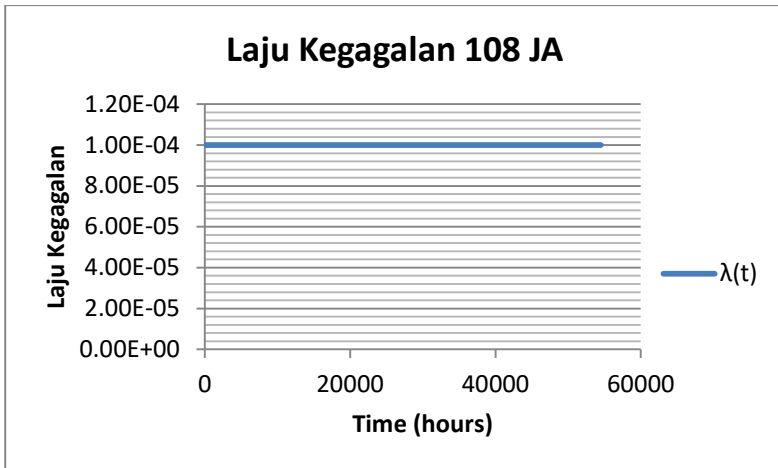
- **Analisa *Preventive Maintenance***

Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat $R(t)$ 0,6 yang berada pada 5000 jam operasi, didapatkan nilai kehandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu (t), seperti ditunjukkan pada Gambar 4.23 berikut:



Gambar 4.23 Keandalan *Lean Solution Pump 108JA* dengan PM

Gambar 4.23 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 5000 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kesamaan nilai kehandalan antara sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance* dari *Lean Solution Pump 108J* adalah kosntan (*constant failure rate*).



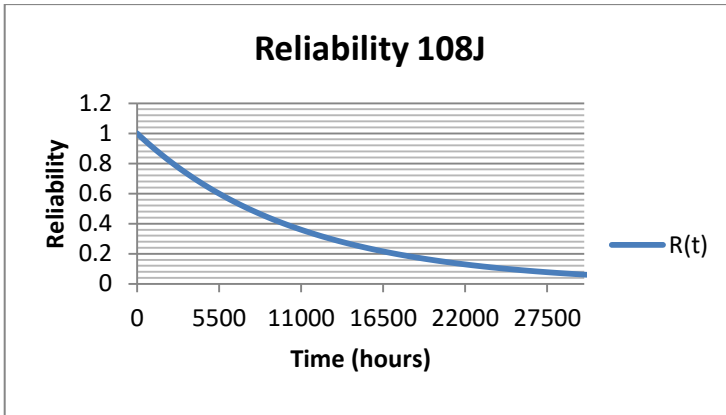
Gambar 4.24 Laju Kegagalan 108 JA

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* optimal untuk dilakukan pada *Lean Solution Pump 108JA*. Sehingga jenis perawatan berupa *schedule on condition task* pada 5000 jam operasi.

b. *Lean Solution Pump 108 J*

- **Analisis Keandalan**

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lampiran A.18 didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi Eksponensial I dengan parameter $\lambda=9.29\text{E-}05$. Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.32 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam). Hasil perhitungan ditunjukkan pada Gambar 4.25 berikut ini:



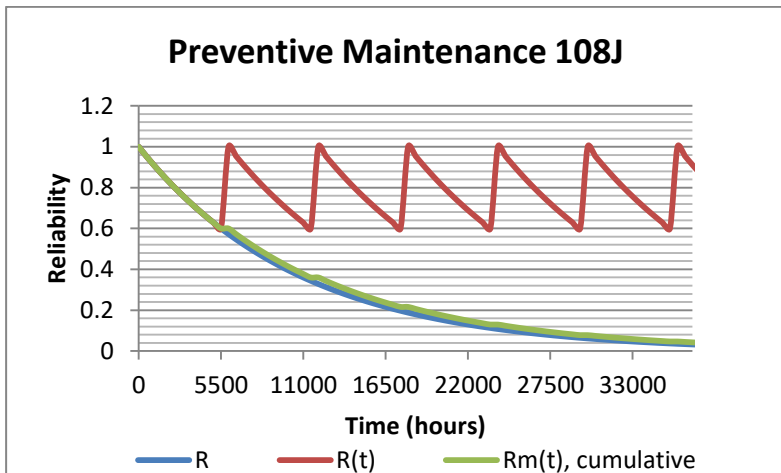
Gambar 4.25 Keandalan *Lean Solution Pump 108J*

Dari Gambar 4.25 diketahui keandalan *Lean Solution Pump 108J* pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 5500 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai keandalan *Lean Solution Pump 108J*, dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 5500 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran B.17.

Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Lognormal dengan parameter $\mu = 1.7364$, $\sigma = 0.3445$. Setelah didapat nilai lamda (λ) maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.4 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari *Lean Solution Pump 108 J* dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 5500 jam operasi adalah 0,99. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran B.18.

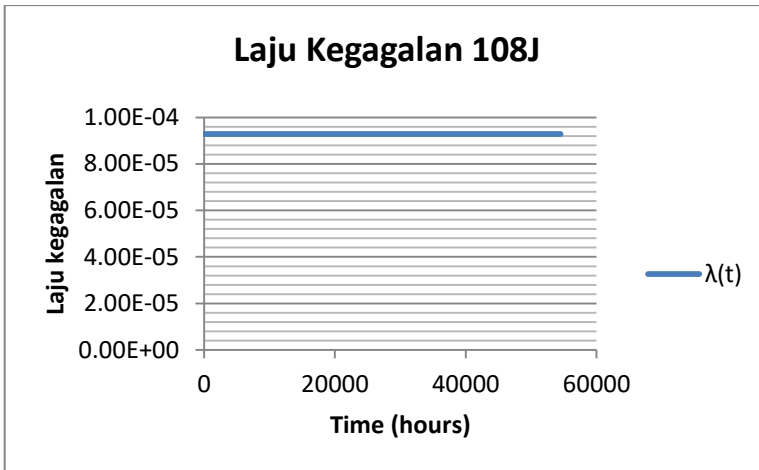
- **Analisa *Preventive Maintenance***

Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat $R(t)$ 0,6 yang berada pada 5500 jam operasi, didapatkan nilai keandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu (t), seperti ditunjukkan pada Gambar 4.26 berikut:



Gambar 4.26 Keandalan *Lean Solution Pump 108J* dengan PM

Gambar 4.26 menunjukkan keandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 5500 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kesamaan nilai keandalan antara sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance* dari *Lean Solution Pump 108J* adalah konstan (*constant failure rate*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.27 berikut ini :



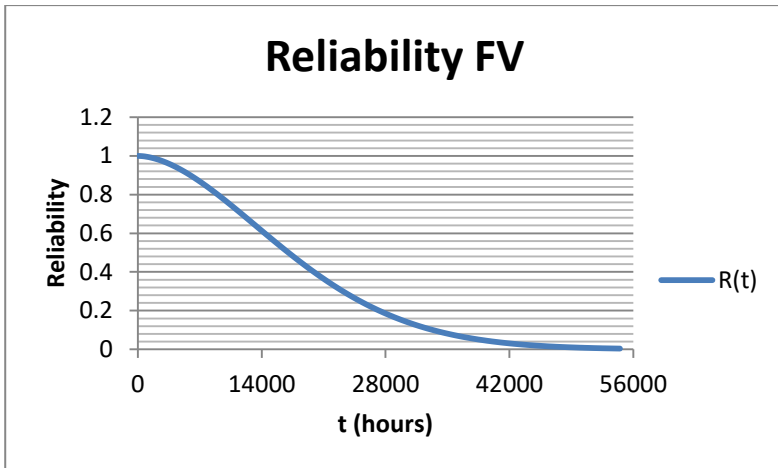
Gambar 4.27 Laju Kegagalan 108 JA

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* optimal untuk dilakukan pada *Lean Solution Pump 108J*. Sehingga jenis perawatan berupa *schedule on condition task* pada 5500 jam operasi.

c. *Flow Valve*

• Analisis Keandalan

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lamiparan A.21 didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi Weibull II dengan parameter $\beta = 1.7861$ $\mu=9,0715$. Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.25 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam). Hasil perhitungan ditunjukkan pada Gambar 4.28 berikut ini:



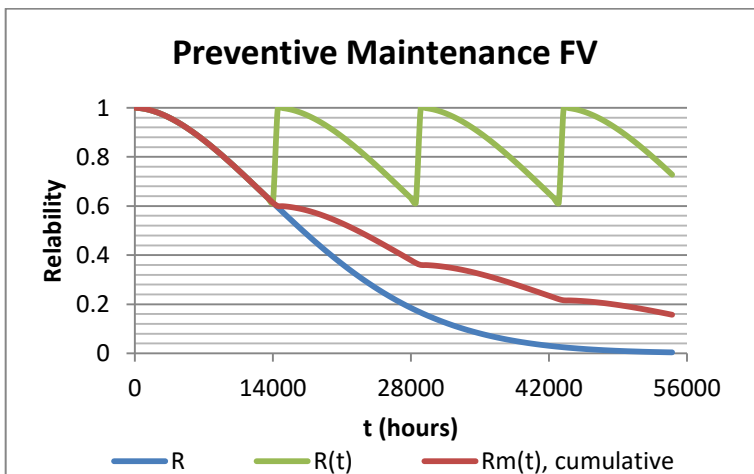
Gambar 4.28 Keandalan *Flow Valve* 1024

Dari Gambar 4.28 diketahui keandalan *Flow Valve* pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 14000 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai keandalan *blowdown valve*, dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 14000 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran B.23.

Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Eksponensial II dengan $\lambda = 7.60E-01$ dan $\gamma = 4.3207$. Setelah didapat nilai lamda (λ) maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.7 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari *Flow Valve* dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 14000 jam operasi adalah 1. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran B.24.

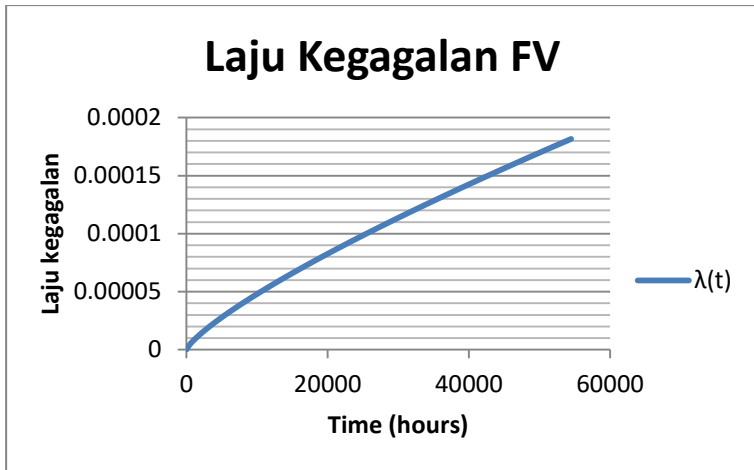
- **Analisa Preventive Maintenance**

Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat $R(t)$ 0,6 yang berada pada 14000 jam operasi, didapatkan nilai kehandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu (t), seperti ditunjukkan pada Gambar 4.32 berikut:



Gambar 4.29 Keandalan *Flow Valve* dengan PM

Gambar 4.32 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 14000 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kenaikan nilai kehandalan naik sekitar 0,16% dari kehandalan sebelumnya, laju kegagalan dari *level valve* adalah naik (*increasing failure rate*) seperti ditunjukkan pada Gambar 4.33 berikut ini:



Gambar 4.30 Laju Kegagalan Flow Valve

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* optimal untuk dilakukan pada *Flow valve*. Sehingga jenis perawatan berupa *schedule on condition task* pada 14000 jam operasi.

4.2.4 Evaluasi kuantitatif *Raw Separator Cooler 109 C*

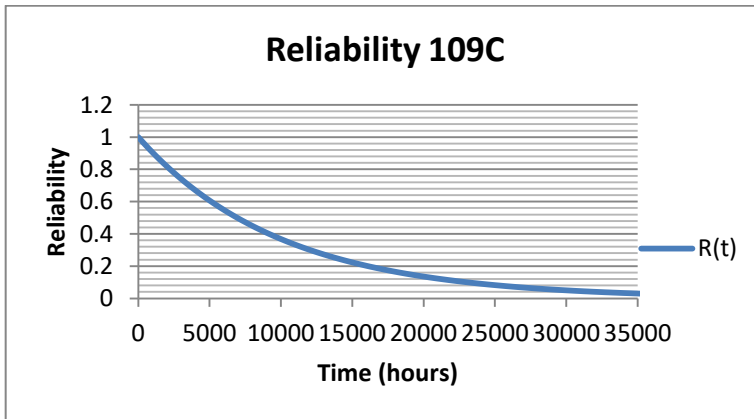
Raw separator Cooler 109 C mempunyai beberapa komponen penting sebagai pendukung dalam proses operasi yaitu terdiri dari *Raw separator Cooler 109 C*. Evaluasi keandalan komponen tersebut adalah sebagai berikut :

a. *Raw Separator Cooler 109 C*

- **Analisis Keandalan**

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lamiparan A.13 didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi Eksponensial I dengan parameter $\lambda=1,00\text{E-}04$. Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.32 untuk mengetahui keandalan komponen dalam

interval waktu (jam). Hasil perhitungan ditunjukkan pada Gambar 4.31 berikut ini:



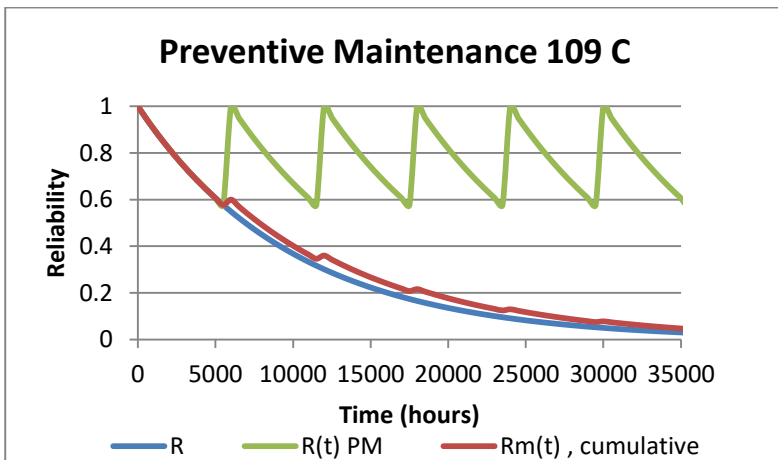
Gambar 4.31 Keandalan *Raw Separator Cooler 109 C*

Dari Gambar 4.31 diketahui keandalan *Raw separator Cooler 109 C* pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 5000 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai keandalan *Raw separator Cooler 109 C*, dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 5000 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran B.15.

Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Weibull III dengan parameter $\gamma = 0.0475$, $\beta = 3.7656$ dan $\eta = 4.53$. Setelah didapat nilai lamda (λ) maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.7 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari *Raw separator Cooler 109 C* dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 5000 jam operasi adalah 1. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran B.16.

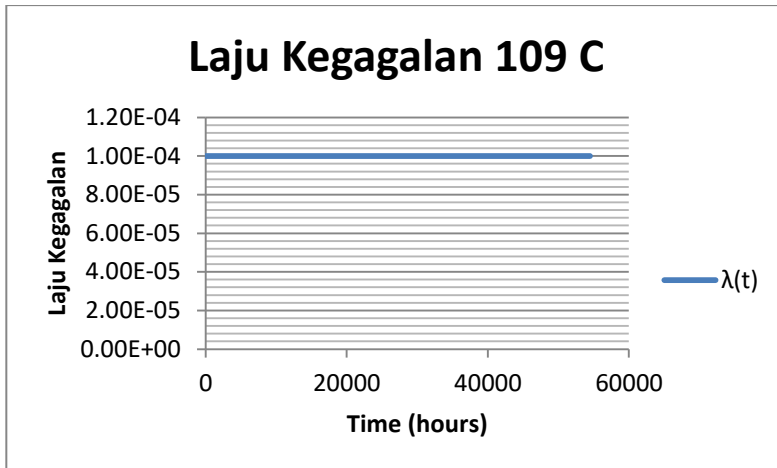
- **Analisa *Preventive Maintenance***

Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat $R(t)$ 0,6 yang berada pada 5000 jam operasi, didapatkan nilai kehandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu (t), seperti ditunjukkan pada Gambar 4.32 berikut:



Gambar 4.32 Keandalan Raw Separator Cooler 109C dengan PM

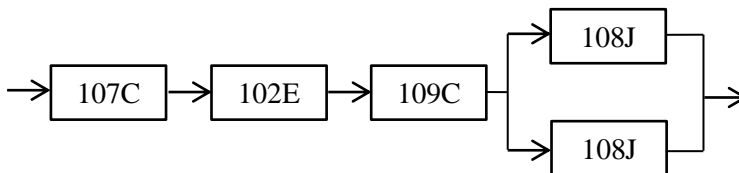
Gambar 4.32 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 5000 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kesamaan nilai kehandalan antara sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance* dari Raw Separator Cooler 109C adalah konstan (*constant failure rate*).



Gambar 4. 33 Laju Kegagalan 109 C

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* optimal untuk dilakukan pada *Raw Separator Cooler 109C*. Sehingga jenis perawatan berupa *schedule on condition task* pada 5000 jam operasi.

4.3 Perhitungan Reliability Sistem CO₂ Stripper



Gambar 4.34 Reliability total sistem CO₂ Stripper

Gambar 3.34 digunakan untuk mengetahui kehandalan dari sistem Stripper CO₂ Stripper, perlu diketahui nilai kehandalan dari masing – masing komponen penyusunnya kemudian dilakukan perhitungan Reliability Total sebagai berikut :

Dimana,

$R_1 = R$ (Stripper)

$R_2 = R$ (Stripper Quench Cooler)

$R_3 = R$ (Raw Separator Cooler)

$R_4 = R$ (Lean Solution Pump 108J/JA)

$R_5 = R$ (Lean Solution Pump 108J)

$R_6 = R$ Pararel (Lean Solution Pump 108J/JA)

Nilai kehandalan pada operasional selama 2160 jam

$R_1 = 0,818259$

$R_2 = 0,649209$

$R_3 = 0,805735$

$R_6 = 0,959704$

Sehingga,

$$\begin{aligned} R_6 &= P(E_4 \cup E_5) \\ &= 1 - (1 - R_4)(1 - R_5) \\ &= 1 - (1 - 0,805735)(1 - 0,818259) \\ &= 0,964694 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{\text{total}} &= P(E_1 \cap E_2 \cap E_3 \cap E_6) \\ &= (R_1)(R_2)(R_3)(R_6) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{\text{total}} &= 0,818259 * 0,649209 * 0,805735 * 0,964694 \\ &= 0,412911 \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan diatas diperoleh nilai kehandalan system Stripper CO₂ selama jam operasional 2160 jam adalah 0,412911. Kehandalan sistem Stripper CO₂ menurun karena untuk dalam sebuah sistem terdapat beberapa komponen penyusun yang termasuk dalam nilai kehandalan tersebut. sedangkan standar petrokimia untuk reliability sistem yaitu 0,6.

4.4 Jadwal dan Preventive maintenance

Berikut merupakan jenis perawatan dan jadwal perawatan berdasarkan data *maintenance* PT. Petrokimia Gresik pada nilai keandalan komponen yaitu sebesar 0,6 atau 60% berdasarkan analisa pada sub bab 4.2. Tabel 4.11 dibawah ini menjelaskan interval jadwal perawatan dengan variasi nilai *reliability* 0.6 atau 60%. Dengan asumsi bahwa nilai $R(t)$ 60% masih *reliable* dan sistem masih dapat menjalankan prosesnya. Hasilnya adalah pada Tabel 4.11 berikut:

Tabel 4.11 Preventive Maintenance dan Interval Perawatan
Komponen Berdasar Data PT. Petrokimia Gresik

Nama Komponen		Laju Kegagalan (λ)	Preventive Maintenance { $R_m(t)$ }	Interval (Jam) $R(t) 0,6$
Stripper 102 E	<i>Stripper 102 E</i>	<i>Increase</i>	Naik 0,04	5000
	<i>Level Transmitter</i>	<i>Constant</i>	Sama	5000
	<i>Flow Transmitter</i>	<i>Constant</i>	Naik 0,08	21500
	<i>Flow Valve</i>	<i>Increase</i>	Sama	10500
	<i>Pressure control Valve</i>	<i>Constant</i>	Sama	21500
Stripper Quench Cooler 107 C	<i>Pressure Transmitter</i>	<i>Increase</i>	Naik 0,12	12300
	<i>Stripper Quench Cooler 107 C</i>	<i>Constant</i>	Sama	2500
Lean Solution Pump 108J/JA	<i>Lean Solution pump 108JA</i>	<i>Constant</i>	Sama	5000

Tabel 4.11 lanjutan

Nama Komponen	Laju Kegagalan (λ)	Preventive Maintenance {Rm(t)}	Interval (Jam)
			R(t) 0,6
<i>Lean Solution pump 108J</i>	<i>Constant</i>	Sama	5500
<i>Flow Valve</i>	<i>Increase</i>	Naik 0,16	14000
<i>Temperatur Transmitter</i>	<i>Increase</i>	Hampir sama	6500
Raw Separator Cooler 109C	<i>Constant</i>	Hampir sama	4400

Pada kolom jenis perawatan yaitu ditentukan berdasarkan nilai laju kegagalan (λ). Untuk jenis aju kegagalan adalah mengalami kenaikan (*increasing failure rate*) dan konstan (*constant failure rate*) didapatkan dari karakteristik distribusinya. Kemudian setelah di preventive maintenance ada hampir semua mengalami kenaikan *reliability*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari seluruh hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- a. Nilai kehandalan $R(t)$ sistem *CO₂ Stripper* 102E yaitu 0,412911 selama jam operasional 2160 jam.
- b. Jenis tindakan yang dilakukan guna megantisipasi ketika terjadi kegagalan pada sistem *CO₂ Stripper* dapat dilakukan tindakan pemeliharaan berupa :
 - Dilakukan perbaikan pada unit *Stripper* 102 E yang mengalami deformasi ketika *Shut Down* dan *cleaning katalis* setiap 2 tahun sekali.
 - Dilakukan pergantian pada plat atau gasket yang mengalami retak atau bocor pada *Stripper Quench cooler* 107C dan *Raw gas separator cooler* 109C setiap 6 bulan.
 - Dilakukan *on condition monitoring* dan Analisa vibrasi setiap bulan pada pompa *108J* dan *JA*.
 - Dilakukan pergantian untuk *shaft* 6 bulan sekali.
 - Cek *looping valve* (FV, PV, dan BDV) dan perbaikan setiap *Shut Down* (setahun sekali).
 - Dilakukan perbaikan *line CO₂, flange demister* setiap tahun ketika *Shut Down* (setahun sekali).
- c. Penjadwalan perawatan pada sistem *CO₂ stripper* yang efektif guna meningkatkan kehandalan komponen dan mencegah terjadinya kejadian kegagalan adalah sebagai berikut :
 - *stripper CO₂* 5000 jam
 - *level transmitter* (5000 jam operasi)
 - *flow transmitter* (21500 jam operasi)
 - *flow falve* (10500 jam operasi)

- *pressure control valve* (21500 jam operasi)
- *pressure transmitter* (12300 jam operasi)
- *stripper quench cooler* 107C (2500 jam operasi)
- *lean solution pump* 108JA (5000 jam operasi)
- *lean solution pump* 108J (5500 jam operasi)
 - *flow valve* (14000 jam operasi)
 - *temperature transmitter* (6500 jam operasi)
- *raw gas separator cooler* (4400 jam operasi)

5.2 Saran

Untuk langkah selanjutnya yang dapat dilakukan dalam mengembangkan penelitian ini yaitu dapat melakukan penentuan interval perawatan berdasarkan analisis keuangan (*cost*) serta dampak yang terjadi pada produksi jika terjadi kegagalan

DAFTAR PUSTAKA

- Backlund, F. (2003). Managing the Introduction of Reliability-Centered Maintenance, RCM.
- Dhillon, B. S. (1997). Reliability, Quality, and Safety for Engineers. New York: CRC.
- Ebeling, C. E. (1997). An Introduction to Reliability and maintainability Engineering. Dalam T. McGraw (Penyunt.). New York, USA: Hill Companies.
- ETI, M.C.; S.O.T. OGAJI and S.D. PROBERT. (2006). Development and Implementation of Preventive Maintenance Practices in Nigerian Industries. *Applied Energy*, 1163-1179.
- Islam, A. H. (2010). Reliability Centered Maintenance Methodology and Application A Case Study.
- Li, Dacheng; Jinji Gao. (2010). Study and Application of Reliability Centered Maintenance Considering Radical Miantenance. *Journal of Loss Prevention in the Proccess Industries*, 622-629.
- Moubray, J. (2000). Reliability Centered Maintenance II. North Carolina, United States of America: Industrial Press Inc.
- Petrokimia, P. (2012). (PT. Petrokimia Gresik) Diambil kembali dari [www. petrokimia-gresik.com](http://www.petrokimia-gresik.com).

Halaman ini sengaja dikosngkan

LAMPIRAN A

Pada lapiran ini tercantum data maintenance untuk masing-masing unit atau komponen dari proses pendukung *Stripper CO₂* yaitu sebagai berikut :

- *Stripper CO₂*
 - a. *Level Transmitter*

Table A1. Perhitungan TTF dan TTR Level Transmitter

No	Actual Start	Actual Completion	TTF (hours)	TTR (hours)
1	10/22/2009	10/22/2009	0	3
2	10/23/2009	10/23/2009	24	3
3	2/28/2012	2/28/2012	20592	2
4	2/20/2014	2/20/2014	17352	2
5		4/7/2015	9864	2
6		8/4/2015	2856	2
7		8/7/2015	72	2
8		9/4/2015	672	2
9	2/26/2016	2/26/2016	4200	2
Jumlah			55632	20
Rata-Rata			6181.333333	2.222222222

Table A2. Hasil Keluaran *Software Reliasoft Weibull* untuk Level Transmitter

RANK	DISTRIBUTION	AvGOF
1	Exponential 1	0.60653413
5	Exponential 2	DISCARD
2	Weibull 2	0.94119678
5	Weibull 3	DISCARD
4	Normal	16.2751574
3	Lognormal	9.47542776

b. Flow Transmitter

Table A3. Perhitungan TTF dan TTR Flow Transmitter

No	Actual Start	Actual Completion	TTF (hours)	TTR (hours)
1	10/21/2005	10/21/2005	0	8
2	12/28/2015	12/28/2015	89280	3
3	1/19/2016	1/19/2016	528	5
Jumlah			89808	16
Rata-Rata			29936	5.333333333

Table A4. Hasil Keluaran *Software Reliasoft Weibull* untuk Flow Transmitter

RANK	DISTRIBUTION	AvGOF
1	Exponential 1	1.00E-10
5	Exponential 2	DISCARD
4	Weibull 2	0.12821915
3	Weibull 3	DISCARD
2	Normal	0.12899862
5	Lognormal	0.12899862

c. Flow Valve

Table A5. Perhitungan TTF dan TTR Flow Valve

No	Actual Start	Actual Completion	TTF (hours)	TTR (hours)
1		8/23/2005	0	8
2	6/14/2007	6/14/2007	15840	8
3	12/18/2007	12/18/2007	4488	5
4	11/27/2008	11/27/2008	8280	5
5	3/16/2011	3/16/2011	20136	5
6	3/1/2012	3/1/2012	8424	5

Tabel A5. (Lanjutan)

No	Actual Start	Actual Completion	TTF (hours)	TTR (hours)
7	3/7/2016	3/7/2016	35208	5
Jumlah			92376	41
Rata-Rata			13196.57143	5.857142857

Table A6. Hasil Keluaran *Software Reliasoft Weibull* untuk Flow Valve

RANK	DISTRIBUTION	AvGOF
3	Exponential 1	48.1020079
4	Exponential 2	DISCARD
1	Weibull 2	0.98126856
4	Weibull 3	DISCARD
2	Normal	2.7752892
1	Lognormal	2.12635412

d. Pressure Transmitter**Table A7.** Perhitungan TTF dan TTR Pressure Transmitter

No	Actual Start	Actual Completion	TTF (hours)	TTR (hours)
1		8/23/2005	0	2
2	1/15/2007	1/15/2007	12240	6
3	4/15/2008	4/15/2008	10944	8
4	3/16/2011	3/16/2011	25560	4
5	4/5/2012	4/5/2012	9264	2
Jumlah			58008	22
Rata-Rata			11601.6	4.4

Table A8. Hasil Keluaran *Software Reliasoft Weibull* untuk Pressure Transmitter

RANK	DISTRIBUTION	AvGOF
3	Exponential 1	62.6926005
4	Exponential 2	DISCARD
1	Weibull 2	1.70825381
4	Weibull 3	DISCARD
2	Normal	5.09750669
1	Lognormal	2.51623148

e. Pressure Control Valve

Table A9. Perhitungan TTF dan TTR Pressure control Valve

No	Actual Start	Actual Completion	TTF (hours)	TTR (hours)
1	9/2/2005	9/2/2005	0	2
2	4/15/2014	4/15/2014	75528	3
3	6/20/2014	6/20/2014	1584	3
4	3/7/2016	3/7/2016	15024	4
Jumlah			92136	12
Rata-Rata			23034	3

Table A10. Hasil Keluaran *Software Reliasoft Weibull* untuk Pressure control Valve

RANK	DISTRIBUTION	AvGOF
1	Exponential 1	1.00E-10
4	Exponential 2	DISCARD
2	Weibull 2	0.12108067
4	Weibull 3	DISCARD
3	Normal	1.46763289
2	Lognormal	0.056821

• *Stripper Quench Cooler 107 C*

Table A11. Perhitungan TTF dan TTR Stripper Quench Cooler 107C

No	Actual Start	Actual Completion	TTF (hours)	TTR (hours)
1	4/20/2011	4/20/2011	0	6
2	6/20/2011	6/20/2011	1464	5
3	12/21/2012	12/21/2012	13200	7
4	10/11/2013	10/11/2013	7056	12
5	10/9/2014	10/9/2014	8712	5
6	3/2/2015	3/2/2015	3456	3
7	4/21/2015	4/21/2015	1200	3
8	4/30/2015	4/30/2015	216	5
9	9/10/2015	9/10/2015	3192	5
Jumlah			38496	51
Rata-Rata			4277.333333	5.666666667

Table A12. Hasil Keluaran *Software Reliasoft Weibull* untuk Stripper Quench Cooler 107C

Rank	DISTRIBUTION	AvGOF
1	Exponential 1	3.85267081
5	Exponential 2	DISCARD
2	Weibull 2	0.25174487
5	Weibull 3	DISCARD
4	Normal	29.5764464
3	Lognormal	1.21274009

- *Raw Separator Cooler 109 C*

Table A13. Perhitungan TTF dan TTR Raw Separator Cooler 109C

No	Actual Start	Actual Completion	TTF (hours)	TTR (hours)
1	3/31/2007	3/31/2007	0	5
2	5/26/2007	5/26/2007	1344	5
3	6/14/2007	6/14/2007	456	5
4	3/4/2008	3/4/2008	6336	3
5	3/3/2011	3/3/2011	26256	3
6	6/9/2012	6/9/2012	11136	5
7	6/24/2012	6/24/2012	360	5
8	12/20/2012	12/20/2012	4296	3
9	8/17/2014	8/17/2014	14520	3
10	1/7/2015	1/7/2015	3432	4
Jumlah			68136	41
Rata-Rata			6813.6	4.1

Table A14. Hasil Keluaran *Software Reliasoft Weibull* untuk Raw Separator Cooler 109C

rank	DISTRIBUTION	AvGOF
1	Exponential 1	3.58E-08
5	Exponential 2	DISCARD
2	Weibull 2	0.080672
5	Weibull 3	DISCARD
4	Normal	20.2542825
3	Lognormal	2.15375087

- **Lean Solution Pump 108 J**

Table A15. Perhitungan TTF dan TTR Lean Solution Pump 108 J

No	Actual Start	Actual Completion	TTF (hours)	TTR (hours)
1	5/10/2005	5/10/2005	0	4
2	10/10/2005	10/10/2005	3672	12
3	7/20/2007	7/20/2007	15552	5
4	4/11/2008	4/11/2008	6384	6
5	10/10/2012	10/10/2012	39432	6
6	4/9/2013	4/9/2013	4344	6
7	9/26/2013	9/26/2013	4080	8
8	10/11/2013	10/11/2013	360	6
9	10/28/2013	10/28/2013	408	5
10	9/12/2014	9/12/2014	7656	5
11	9/12/2014	9/12/2014	0	3
12	10/13/2014	10/13/2014	744	6
Jumlah			82632	72
Rata-Rata			6886	6

Table A16. Hasil Keluaran *Software Reliasoft Weibull* untuk Lean Solution Pump 108 J

Rank	DISTRIBUTION	AvGOF
1	Exponential 1	3.60811578
5	Exponential 2	DISCARD
2	Weibull 2	22.5345751
5	Weibull 3	DISCARD
4	Normal	67.3021124
3	Lognormal	46.7143408

- **Lean Solution Pump 108JA**

Table A17. Perhitungan TTF dan TTR Lean Solution Pump 108 JA

No	Actual Start	Actual Completion	TTF (hours)	TTR (hours)
1	10/10/2005	10/10/2005	0	12
2	8/15/2007	8/15/2007	16176	12
3	3/25/2008	3/25/2008	5352	8
4	4/14/2008	4/14/2008	480	6
5	6/24/2008	6/24/2008	1704	5
6	2/19/2011	2/19/2011	23280	5
7	10/19/2011	10/19/2011	5808	6
8	1/7/2013	1/7/2013	10704	6
9	6/11/2013	6/11/2013	3720	6
10	12/11/2013	12/11/2013	4392	6
11	6/9/2014	6/9/2014	4320	6
Jumlah			75936	78
Rata-Rata			6903.272727	7.090909091

Table A18. Hasil Keluaran *Software Reliasoft Weibull* untuk Lean Solution Pump 108 JA

Rank	DISTRIBUTION	AvGOF
1	Exponential 1	6.11996769
4	Exponential 2	DISCARD
2	Weibull 2	6.53873973
4	Weibull 3	DISCARD
3	Normal	17.8122997
3	Lognormal	25.6333142

a. Level Valve

Table A19. Perhitungan TTF dan TTR Level Valve

No	Actual Start	Actual Completion	TTF (hours)	TTR (hours)
1	9/5/2005	9/5/2005	0	6
2	12/20/2007	12/20/2007	20064	5
3	11/30/2008	11/30/2008	8304	5
4	3/16/2011	3/16/2011	20064	5
5	3/1/2012	3/1/2012	8424	5
6	3/11/2016	3/11/2016	35304	5
Jumlah			92160	31
Rata-Rata			15360	5.166666667

Table A20. Hasil Keluaran *Software Reliasoft Weibull* untuk Level Valve

RANK	DISTRIBUTION	AvGOF
3	Exponential 1	48.2174853
4	Exponential 2	DISCARD
1	Weibull 2	0.99791697
4	Weibull 3	DISCARD
2	Normal	2.87126933
1	Lognormal	2.15310824

b. Flow Valve

Table A21. Perhitungan TTF dan TTR Flow Valve

No	Actual Start	Actual Completion	TTF (hours)	TTR (hours)
1		8/23/2005	0	8
2	12/18/2007	12/18/2007	20328	5
3	11/28/2008	11/28/2008	8304	5
4	3/16/2011	3/16/2011	20112	5
5	3/1/2012	3/1/2012	8424	5
6	3/7/2016	3/7/2016	35208	5
Jumlah			92376	33
Rata-Rata			15396	5.5

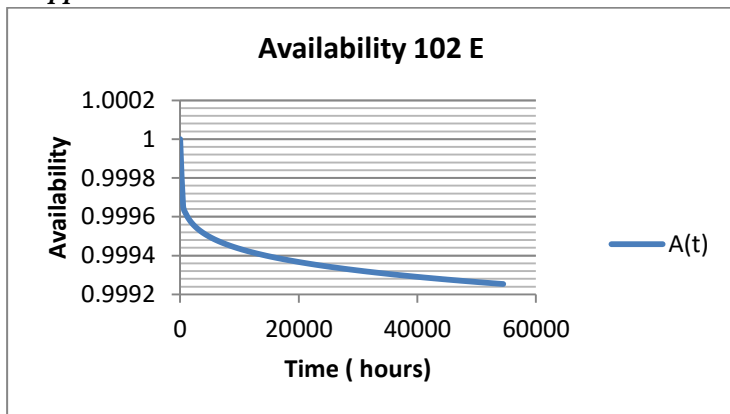
Table A22. Hasil Keluaran *Software Reliasoft Weibull* untuk Flow Valve

RANK	DISTRIBUTION	AvGOF
3	Exponential 1	48.1020079
4	Exponential 2	DISCARD
1	Weibull 2	0.98126856
4	Weibull 3	DISCARD
2	Normal	2.7752892
1	Lognormal	2.12635412

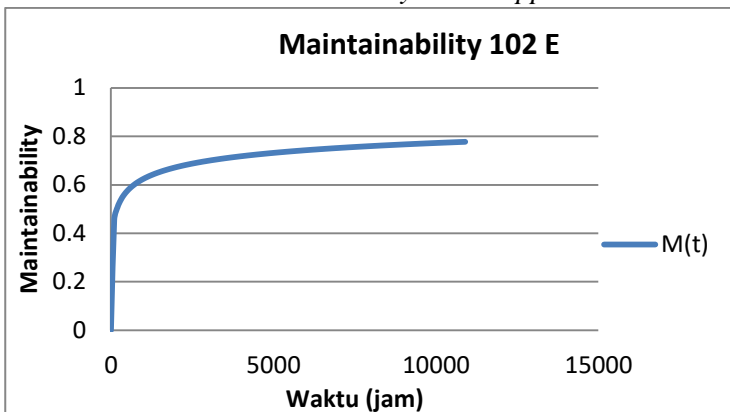
LAMPIRAN B

Pada lampiran ini tercantum hasil pengolahan data maintenance untuk *availability* dan *maintainability* dari masing-masing komponen penyusun sistem *Stripper 102E* yaitu sebagai berikut :

1. *Stripper 102E*

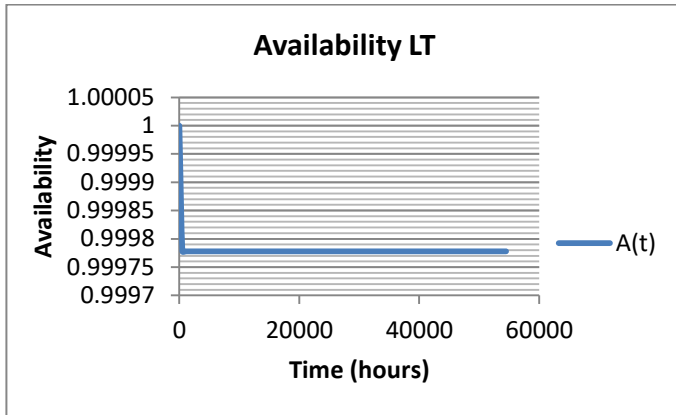


Gambar B.1 *Availability* dari *Stripper 102E*

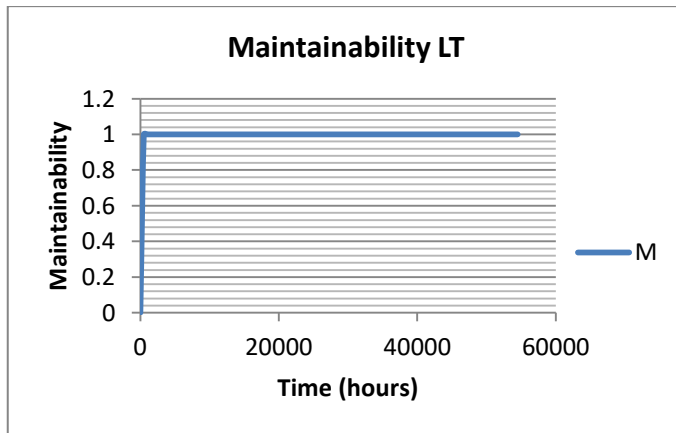


Gambar B.2 *Maintainability* dari *Stripper 102E*

a. *Level Transmitter*

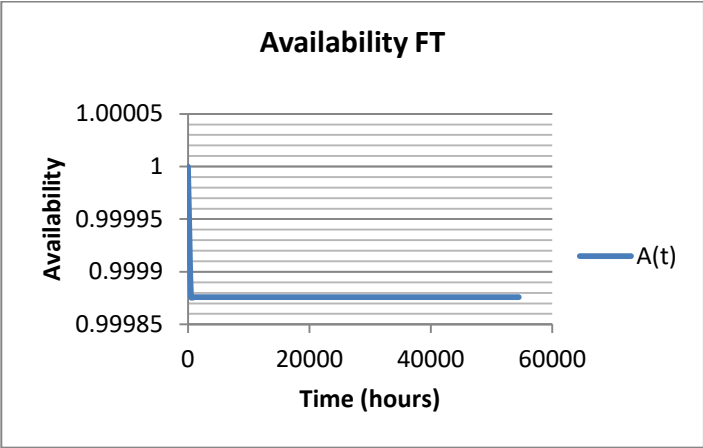


Gambar B.3 Availability dari *Level Transmitter*

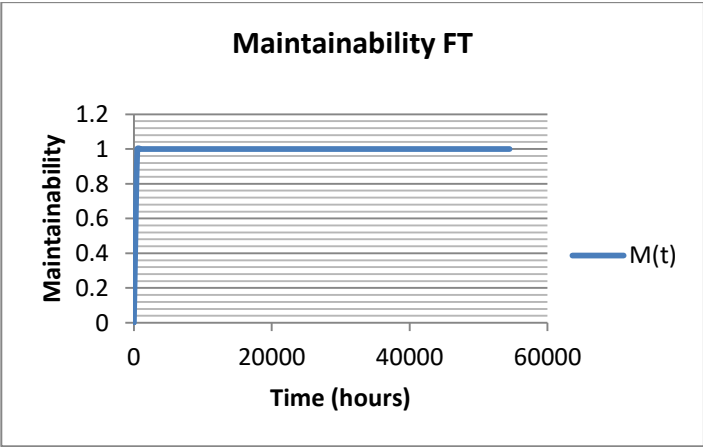


Gambar B.4 Maintainability dari *Level Transmitter*

b. Flow Transmitter

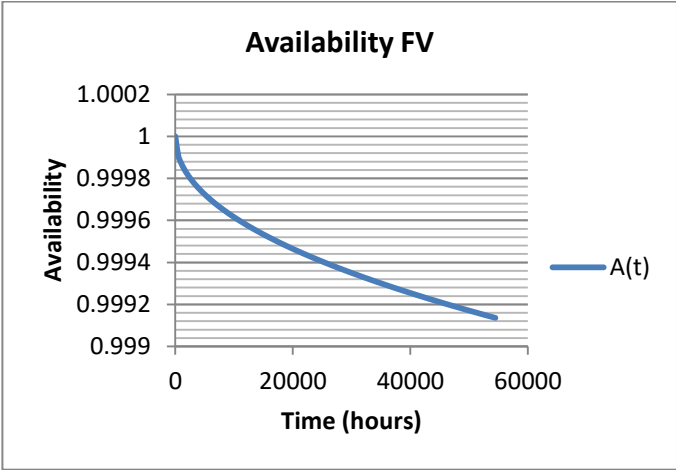


Gambar B.5 Availability dari Flow Transmitter

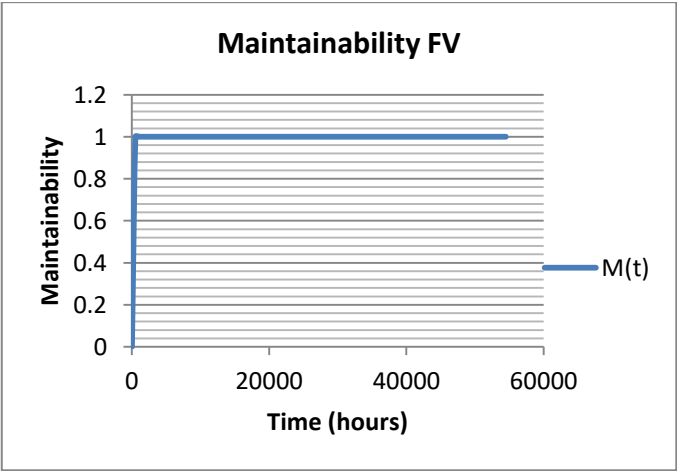


Gambar B.6 Maintainability dari Flow Transmitter

c. *Flow Valve*

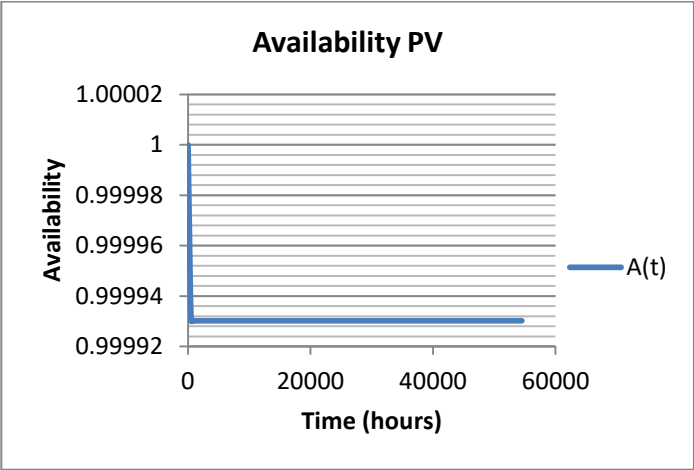


Gambar B.7 *Availability dari Flow Valve*

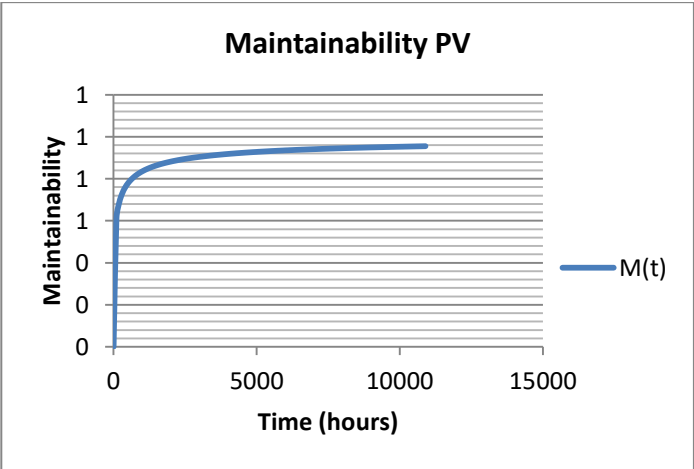


Gambar B.8 *Maintainability dari Flow Valve*

d. *Pressure control Valve*

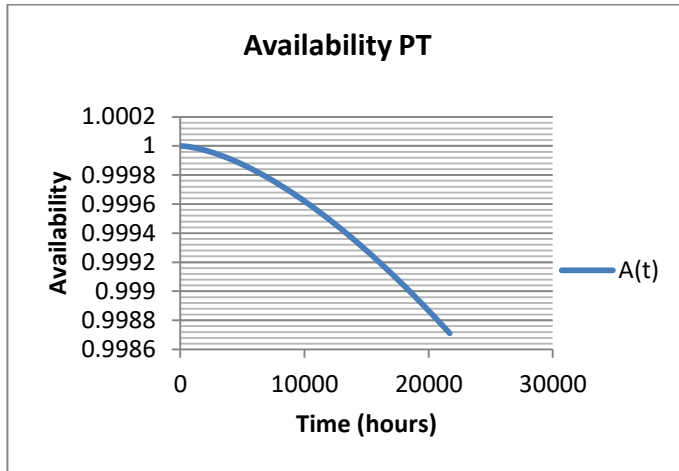


Gambar B.9 *Availability dari Pressure control valve*

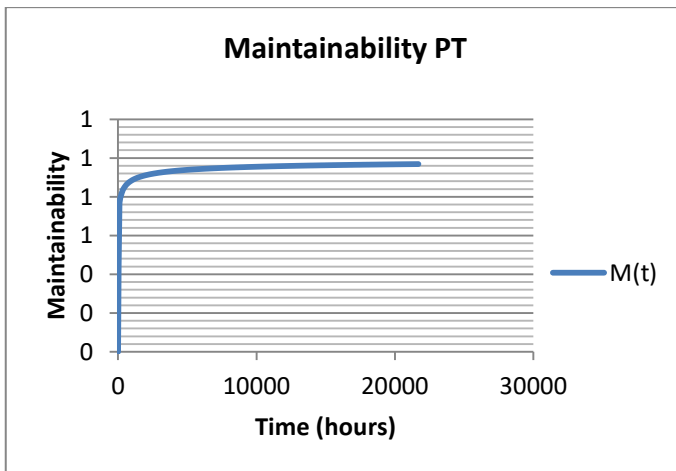


Gambar B.10 *Maintainability dari Pressure control valve*

e. *Pressure Transmitter*

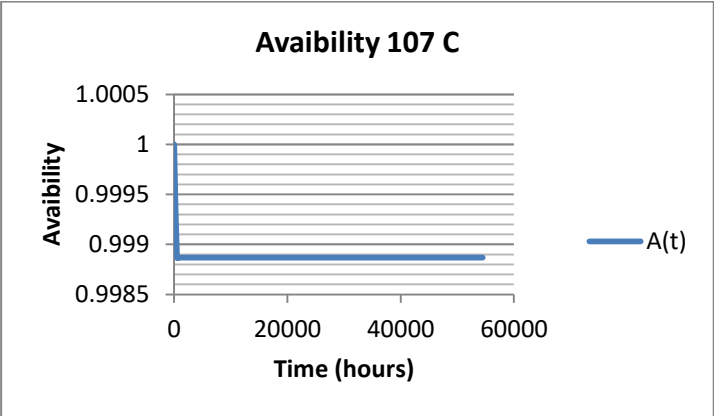


Gambar B.11 *Availability dari Pressure Transmitter*

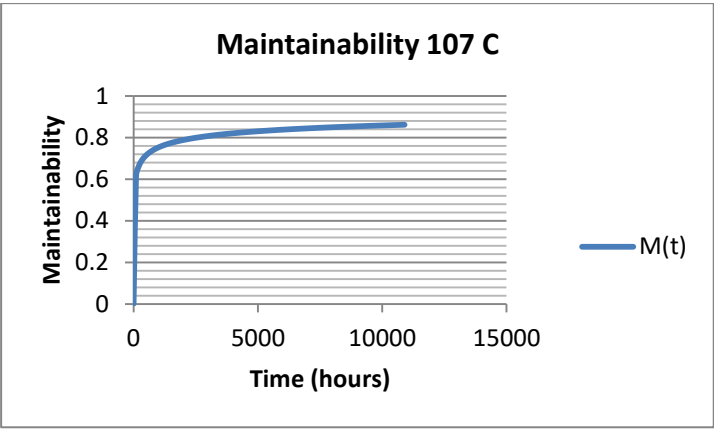


Gambar B.12 *Maintainability dari Pressure Transmitter*

2. *Stripper Quench Cooler 107C*

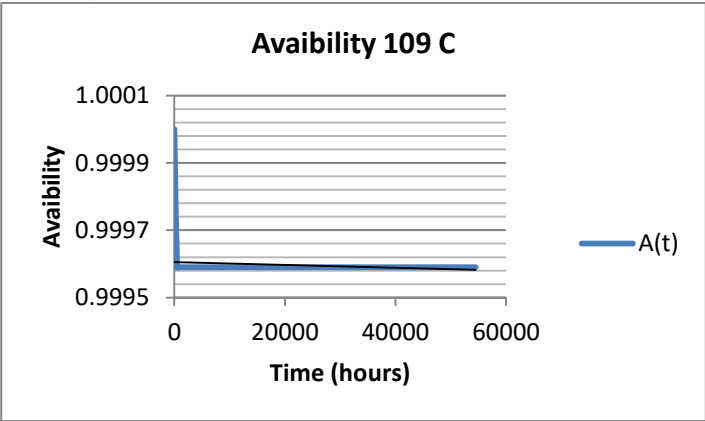


Gambar B.13 Availability dari *Stripper Quench Cooler 107C*

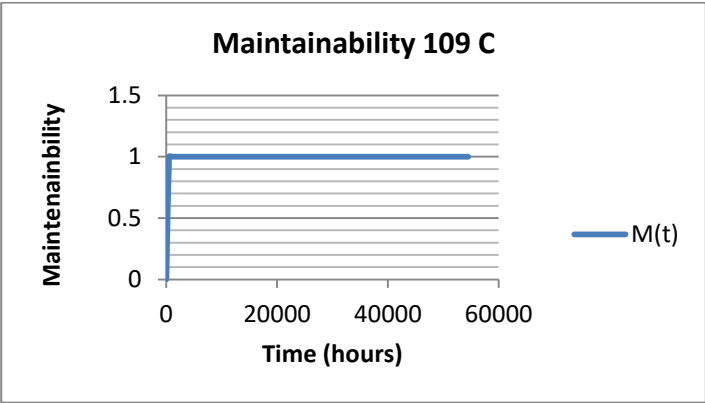


Gambar B.14 Maintainability dari *Stripper Quench Cooler 107C*

3. *Raw Separator Cooler 109C*

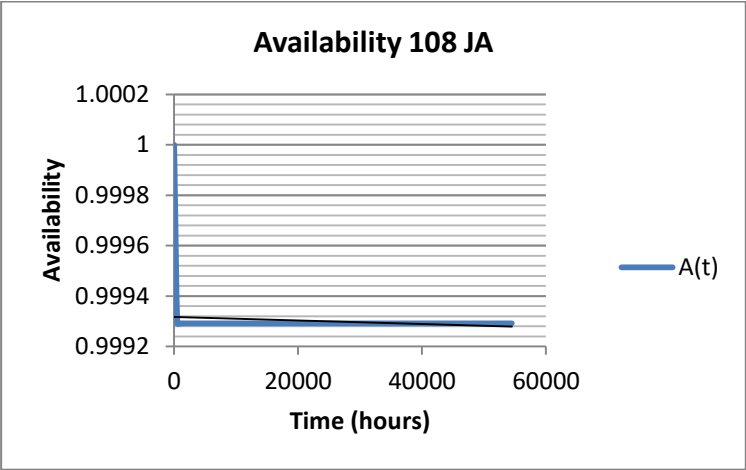


Gambar B.15 *Availability dari Raw Separator Cooler 109C*

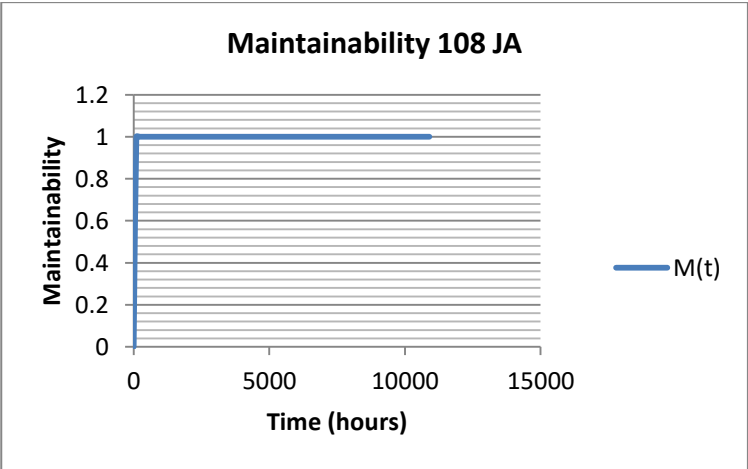


Gambar B.16 *Maintainability dari Raw Separator Cooler 109C*

4. Lean Solution Pump 108JA

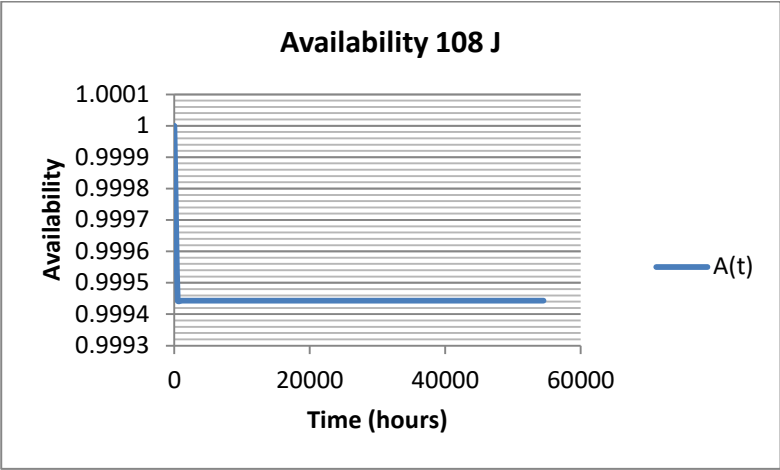


Gambar B.17 Availability dari Lean Solution Pump 108JA

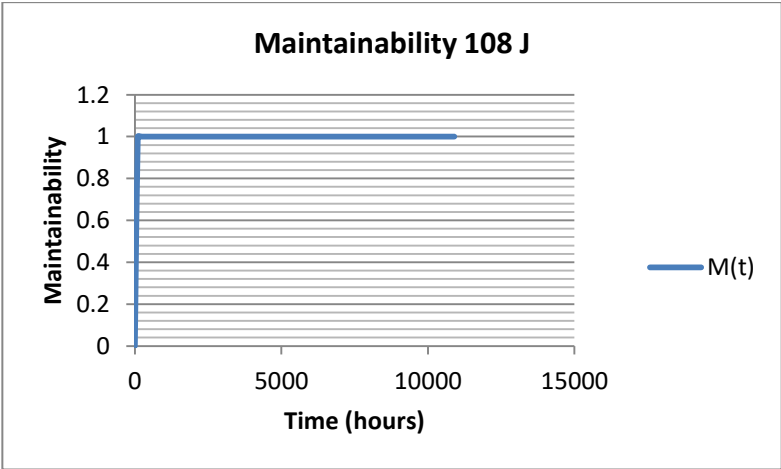


Gambar B.18 Maintainability dari Lean Solution Pump 108JA

5. *Lean Solution Pump 108J*

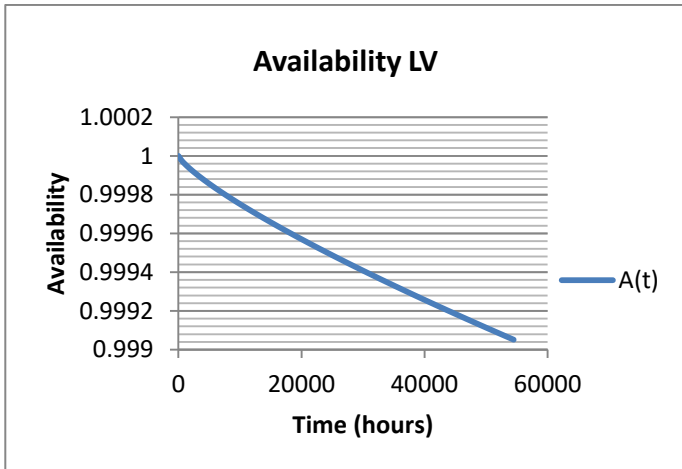


Gambar B.19 *Availability dari Lean Solution Pump 108J*

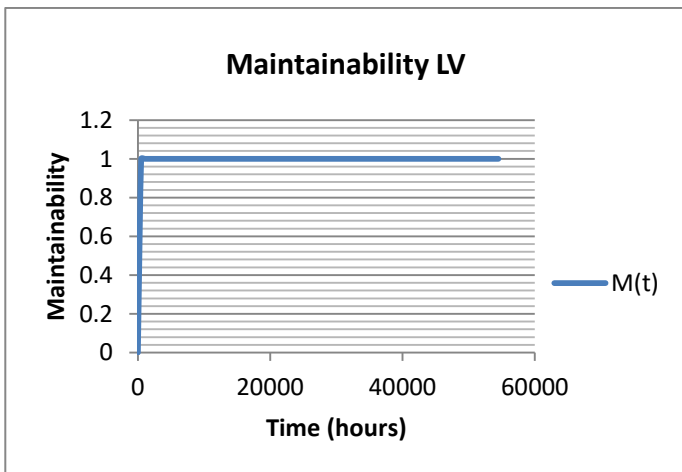


Gambar B.20 *Maintainability dari Lean Solution Pump 108J*

a. Level Valve

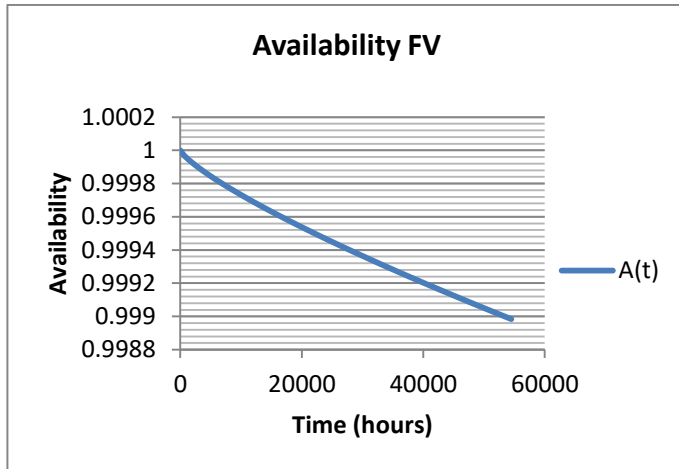


Gambar B.21 *Availability dari Level Valve*

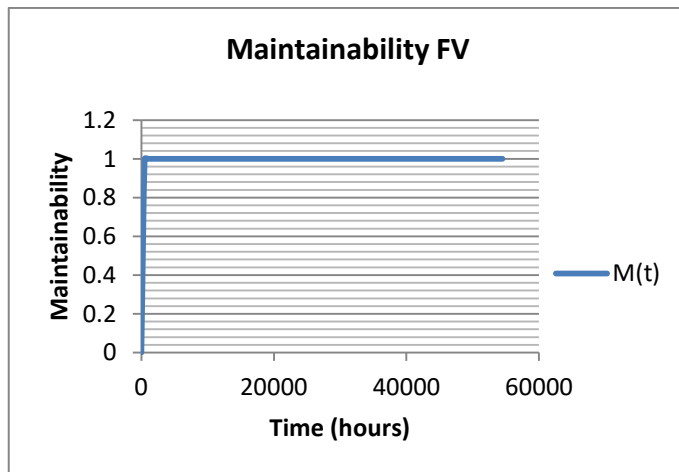


Gambar B.22 *Maintainability dari Level Valve*

b. Flow Valve



Gambar B.23 *Availability dari Flow Valve*



Gambar B.24 *Maintainability dari Flow Valve*

LAMPIRAN C



LEMBAR VALIDASI DATA TUGAS AKHIR PT. PETROKIMIA GRESIK

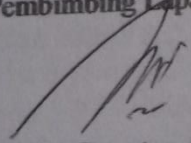
Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir:

Nama	: Mochammad Arizky Pratama
NRP	: 2414.106.033
Fakultas	: Fakultas Teknologi Industri (FTI)
Jurusan	: S1 Teknik Fisika
Universitas	: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Judul Tugas akhir	: Analisa Reliability menggunakan Reliability Centered Maintenance (RCM) II Pada Sistem Stripper 102E di Pabrik I PT.Petrokimia Gresik

merupakan data tahun 2008 hingga Maret 2016 yang bersumber dari bagian *Reliability*, Departemen Pemeliharaan Pabrik I, PT. Petrokimia Gresik, Jawa Timur. Adapun dalam hal ini acuan nilai *Reliability* ($R(t)$) yang digunakan PT. Petrokimia Gresik adalah sebesar 0,6 di mana setiap komponen akan di-maintain sebelum mencapai nilai keandalan tersebut.

Demikian surat pernyataan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Gresik, 22 Oktober 2016
Pembimbing Lapangan


Angga Saputra, ST.
Divisi *Reliability*, Pemeliharaan
Pabrik I, PT. Petrokimia Gresik



LEMBAR VALIDASI DATA TUGAS AKHIR PT. PETROKIMIA GRESIK

Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir:

Nama	: Mochammad Arizky Pratama
NRP	: 2414.106.033
Fakultas	: Fakultas Teknologi Industri (FTI)
Jurusan	: S1 Teknik Fisika
Universitas	: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Judul Tugas akhir	: Analisa <i>Reliability</i> Menggunakan <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) II Pada Sistem <i>Stripper</i> 102E di Pabrik I PT.Petrokimia Gresik

merupakan data wawancara terhadap operator bagaian mekanik dan elektrik pada Sistem *Stripper* 102E di Pabrik I, PT. Petrokimia Gresik, Jawa Timur. Data tersebut digunakan untuk pengerjaan FMEA dan decision worksheet (Lampiran D).

Demikian surat pernyataan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Gresik, 22 Oktober 2016
Pembimbing Lapangan

Angga Saputra, ST.

Divisi *Reliability*, Pemeliharaan
Pabrik I, PT. Petrokimia Gresik



LEMBAR VALIDASI DATA TUGAS AKHIR PT. PETROKIMIA GRESIK

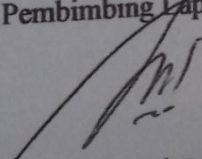
Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir:

Nama : Mochammad Arizky Pratama
NRP : 2414.106.033
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri (FTI)
Jurusan : S1 Teknik Fisika
Universitas : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Judul Tugas akhir : Analisa *Reliability* Menggunakan
Reliability Centered Maintenance
(RCM) II Pada Sistem *Stripper* 102E di
Pabrik I PT.Petrokimia Gresik

merupakan data maintenance yang terdiri dari data kerusakan, TTF (*Time To Failure*) dan data TTR (*Time To Repair*) tiap komponen (Lampiran C) pada Sistem *Stripper* 102E di PT.Petrokimia Gresik yang bersumber dari bagian *Reliability*, Departemen Pemeliharaan Pabrik I, PT. Petrokimia Gresik, Jawa Timur.

Demikian surat pernyataan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Gresik, 22 Oktober 2016
Pembimbing Lapangan


Angga Saputra, ST.
Divisi *Reliability*, Pemeliharaan
Pabrik I, PT. Petrokimia Gresik

Lampiran D

FMEA SISTEM STRIPPER 102 E

Main Komponen	Function	Function failure		Failure mode		Failure effect
102 E	menghilangkan CO ₂ yang telah terserap oleh larutan <i>benfield</i> dengan cara <i>stripping stea</i> , penambahan panas, dan penurunan tekanan. - CO2 stripper dioperasikan pada tekanan rendah 0,5 -1 kg/cm ² .G dan temperatur tinggi 100-130 oC.	1A	tidak dapat menghilangkan CO ₂ yang telah terserap oleh larutan <i>benfield</i> dengan cara <i>stripping stea</i> , penambahan panas, dan penurunan tekanan.	1A1	grid - grid di dalam stripper 102E mengalami deformasi akibat operasi pada kolom stripper berlebih	larutan benfield dan co2 tidak dapat terpisahkan secara maksimal. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan ketika Turn Around (TA)
				1A2	Flow Valve FV 1017 tidak dapat berfungsi dengan baik (tidak normal)	Flow control valve tidak dapat membuka penuh sehingga aliran benfield ke stripper akan berkurang sehingga mempengaruhi kinerja stripper dalam memisahkan CO ₂ . operator cek opening di DCS dan lapangan. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan pada flow control valve.
				1A3	107 C membran/plat bocor karena korosif dari larutan	tidak dapat mendinginkan larutan CO ₂ berkonsentrasi rendah untuk dikembalikan dibagian top co2 Stripper nantinya sebagian sebagai hasil CO ₂ Produk. Ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan atau pergantian ketika shutdown plant
				1A4	pressure control valve PV 1104 abnormal (tidak dapat bekerja dengan baik)	Pressure pada CO ₂ stripper tidak dapat membuka penuh sehingga pressure pada CO ₂ stripper akan meningkat dan dapat menyebabkan sistem trip. Operator cek opening di DCS dan lapangan. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan pressure valve

				1A5	Line CO2 bocor karena korosif	Tidak maksimalnya fungsi ejector menyebabkan jeleknya proses ejector, sehingga CO2 yang tertarik ke ejector sedikit, menyebabkan larutan semi-lean solution memiliki kadar CO2 tinggi. Ada dampak SHE yang dikarenakan larutan semi-lean solution yang keluar dari line ejector. dilakukan perbaikan pada unit yang mengalami masalah.
				1A6	Blowdown valve abnormal (tidak berfungsi dengan baik)	Blowdown valve tidak membuka penuh (abnormal) sehingga aliran dari stripper ke 109C berkurang sehingga membuat kinerja separator cooler tidak maksimal untuk mendinginkan larutan benfield. Operator cek opening DCS dan lapangan. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan pada valve.
				1A7	gasket dan plat pada 109 c mengalami retak dan bocor karena proses chemical cleaning terdapat larutan klor	gasket dan plat rusak dan bocor mengakibatkan fungsi 107 c kurang maksimal. Ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan dengan cara perendaman dan pembersihan serta memungkinkan untuk pergantian.
109 C	Untuk mendinginkan Larutan dengan temperatur 126 oC yang terkumpul dibagian bawah 102 E hingga 70 oC di sisi shellnya	2A	tidak dapat mendinginkan Larutan dengan temperatur 126 oC yang terkumpul dibagian bawah 102 E hingga 70 oC di sisi shellnya	2A1	flange demister bocor karena korosif dan rusak	Frame demister yang bermasalah dapat menyebabkan tekanan steam pada raw separator cooler tinggi dan dapat menyebabkan sistem trip. Operator cek pressure raw separator cooler. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan tindakan perbaikan

				2A2	gasket dan plat pada 109 c mengalami retak dan bocor karena proses chemical cleaning terdapat larutan klor	gasket dan plat rusak dan bocor mengakibatkan fungsi 109 c kurang maksimal. Ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan dengan cara perendaman dan perbersihan serta memungkinkan untuk pergantian.
				2A3	Drain strainer bermasalah/tidak berfungsi karena kesalahan design dan pemasangan	Drain strainer bermasalah bisa mengakibatkan pembuangan atau pembersihan larutan benfield sehingga cooling water bekerja kurang maksimal. Ada dampak SHE dikarenakan larutan benfield keluar dari separator cooler. Dilakukan tindakan perbaikan pada unit yang bermasalah
108J/JA	memompa larutan benfield berkonsentrasi rendah yang telah didinginkan oleh raw gas separator cooler 109C menuju absorber 101 E	3A	tidak dapat memompa larutan benfield berkonsentrasi rendah yang telah didinginkan oleh raw gas separator cooler 109C menuju absorber 101 E	3A1	bearing out board leakout karena vibrasi yang tinggi	Pompa mengalami penurunan performa sehingga flow pada pompa menurun dan tidak dapat memompa larutan benfield secara maksimal Operator cek visual dan penginderaan pada pompa. Tidak ada dampak SHE, dilakukan penggantian bearing
				3A2	mekanik seal bocor karena design dan korosi akibat larutan benfield (kurang injeksi larutan flash)	Flow pada pompa 108 J/JA akan turun , proses transfer dengan larutan benfield tidak optimal. Operator cek visual pompa. Ada dampak SHE akibat bocoran larutan benfield dapat menyebabkan gas H2 keluar dan bisa menyebabkan kebakaran, dilakukan penggantian dengan unit baru.

				3A3	spring coupling patah karena vibrasi tinggi	Vibrasi yang tinggi pada pompa 108 J/JA, performa pompa tidak optimal. Operator cek vibrasi pompa. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan spring couple yang mengalami kerusakan.
				3A4	Packing gland bocor karena kesalahan pemasangan , tidak mengikuti procedure yang benar	packing gland ang bocor menyebabkan overheating pada komponen lain serta pengaruh kerugian produksi dan pencemaran. Ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan packing gland atau menggantinya

DECISION WORKSHEET

RCM Reference			Condequence Evaluation				H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	Default Task			Recommendation Action	Frequency	operation condition
F	FF	FM	H	S	E	O				H4	H5	S4			
1	A	1	Y	N	N	Y	N	Y					<i>Do the scheduled restoration task</i>	1 tahun (Shut Down)	
1	A	2	Y	N	N	Y	N	Y					<i>Do the scheduled restoration task</i>	3 bulan	
1	A	3	Y	Y			N	N	Y				<i>Do the scheduled discard task</i>	3 bulan	
1	A	4	Y	N	N	Y	N	Y					<i>Do the scheduled restoration task</i>	1 tahun (Shut Down)	
1	A	5	Y	N	Y		N	Y					<i>Do the scheduled restoration task</i>	6 bulan	
1	A	6	Y	N	N	Y	Y						<i>Do on condition task</i>	1 bulan	
1	A	7	Y	Y			N	N	Y				<i>Do the scheduled discard task</i>	6 bulan	
2	A	1	Y	N	N	Y	N	Y					<i>Do the scheduled restoration task</i>	1 tahun (Shut Down)	
2	A	2	Y	N	N	Y	N	N	Y				<i>Do the scheduled discard task</i>	6 bulan	
2	A	3	Y	Y			N	N	Y				<i>Do the scheduled discard task</i>	6 bulan	
3	A	1	Y	N	N	Y	Y						<i>Do on condition task</i>	1 bulan	
3	A	2	Y	Y			Y						<i>Do on condition task</i>	1 bulan	
3	A	3	Y	N	N	Y	N	N	Y				<i>Do the scheduled discard task</i>	6 bulan	
3	A	4	Y	Y			N	N	Y				<i>Do the scheduled discard task</i>	6 bulan	

LAMPIRAN E

Surat Keterangan Penelitian



**PETROKIMIA
GRESIK**

Kepada : Yth. Ketua Jurusan T. Fisika – ITS Surabaya
Kajur_tfisika@its.ac.id
Dari : Dep. Pengembangan SDM PT. Petrokimia Gresik
prakerin@petrokimia-gresik.com
Nomor : 623 /NK.02.02/03/MKP/2016
Perihal : **Konfirmasi Bimbingan Penelitian**
Tanggal : 27 Juli 2016
Jml. Halaman : 1 (satu) berkas

Menanggapi surat Saudara nomor 033575/IT2.2.1.4/PP.05.02/2016 tertanggal 01 Juni 2016 perihal Permohonan Mahasiswa Penelitian atas nama :

1. Yanuar Irwansyah Jurusan : T. Fisika
2. M. Anizky Pratama Jurusan : T. Fisika

dengan ini disampaikan bahwa permohonan Penelitian bisa kami terima mulai tanggal **01/09/2016 s.d. 30/09/2016**. Selama melaksanakan kegiatan Penelitian di PT Petrokimia Gresik akan dibimbing oleh sdr. **Angga Saputra**, Bagian TA & Reliabilitas I, Departemen Pemeliharaan I.

Calon siswa kerja praktek industri harus hadir pada :

- Tanggal : 31 Agustus 2016
Pukul : 07.00 Wib
Tempat : Dep. Pengembangan SDM (Gedung Diklat) PT Petrokimia Gresik
Acara : Sosialisasi
- KIKP (Kartu Identitas Kerja Praktek)
- K3
- Company Profile

Terlampir persyaratan yang harus dipenuhi dan dibawa oleh siswa saat sosialisasi.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

PT. Petrokimia Gresik
Pgs Manager Pengembangan SDM


Sulistyowati, Spd.


LAMPIRAN F

Data Hasil Wawancara

A : Peneliti

B : Narasumber (Kabag dan Operator)

Berikut list pertanyaan dan jawaban langsung yang diperoleh dari penjelasan narasumber :

A : Apa fungsi dari Stripper CO₂ yang terdapat pada Pabrik 1 Petrokimia gresik?

B : fungsinya yaitu menghilangkan CO₂ dengan larutan benfield dengan cara stripping steam, penambahan panas dan perbedaan pressure. Perubahan pressure berfungsi merubah fase liquid dan CO₂.

A : Apa saja kerusakan yang biasa terjadi pada kolom Stripper CO₂?

B : Biasana terjadi deformasi, stripper CO₂ ada grid-grid beberapa tingkat kayak wireness, fungsinya untuk memisahkan kadang kala sering terjadi operasi berlebihan maka terjadi deformasi.

A : Upaya pencegahan seperti apa yang biasa dilakukan untuk menghindari hal tersebut?

B : Biasanya dilakukan cleaning yang memisahkan beban katalis, setiap bed menahan katalis dan bebannya lebih besar kalau

katalisnya jenuh, kalau katalis massa sama kecuali fluida pekat, dilakukan juga penelitian di lab kemudian di cleaning setiap 2 tahun sekali.

A : Kalau untuk Heat Exchanger (107C dan 109C), apa saja kerusakan yang biasa terjadi?

B : Dalam beroperasi HE pressuranya kecil dan temperature tidak terlalu tinggi. Biasanya gasket mengalami rusak/bocor yang dipengaruhi larutan, kalau endapan larutan banyak itu tidak bagus dalam kinerja HE, kalau strainer HE dipengaruhi oleh cooling water.

A : Upaya apa saja yang biasa dilakukan untuk mencegah / mengurangi terjadinya kerusakan tersebut?

B : untuk kerusakan HE kebanyakan disebabkan oleh larutan biasanya dilakukan pembersihan dengan cara perendaman dengan cairan chemical, namun apabila rusak memungkinkan untuk dilakukan penggantian.

A : Pada Stripper CO₂ terdapat juga valve-valve yang mendukung kinerja dalam sistem stripper CO₂, apa kegagalan yang biasa terjadi?

B : biasanya terjadi abnormal instrument (tidak dapat bekerja dengan baik) berupa tidak bisa membuka penuh, jadi kinerja dalam stripper CO₂ tidak seimbang.

A : Upaya apa yang biasa dilakukan untuk mengurangi atau mencegah hal tersebut?

B : Operator cek opening di DCS dan lapangan, dengan kegiatan itu dapat dilakukan tindakan selanjutnya untuk mengurangi laju kegagalan pada pompa.

A : Oh iya untuk pompa 108 J/JA yang fungsinya memompa larutan benfield sampai ke absorber, jenis kerusakannya apa saja pak?

B : rusak impeller, vibrasi, shaf fatiq dan bearing. Untuk bearing tidak ada masalah walaupun ada masalah hanya dilakukan pelumasan, shaf fatiq menyebabkan beban berlebih, tekanan tinggi menyebabkan cavitasi (berubah fasa) kemudian timbul vibrasi tinggi sehingga impeller rusak (berupa cuwilan halus akibat cavitation).

A : Pencegahannya berupa apa?

B : kendala yang disebabkan dari macam-macam kegagalan dari pompa yaitu terlalu banyak bebannya maka tidak kuat dan harus didesain lagi pompanya tidak bisa pakai pompa yang sama. Kalau cavitation dengan cara dinaikkan temperaturnya kemudian dilihat bagus atau tidaknya terjadinya turbulensi akibat beda fase. Vibrasi tinggi pompa dimatikan kemudian di switch dan dilakukan pengecekan vibrasi sebulan sekali serta pemberian laporan rincinya.

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di kota Jombang, 24 July 1993. Melalui pendidikan dasarnya di SDN Pulo Lor 1 dan lanjut jenjang di SMPN 1 Jombang. Menempuh pendidikan sekolah menengah atas di SMAN 2 Jombang. Selepas meninggalkan bangku SMA, lanjut ke jenjang perguruan tinggi di D3 Otomasi Sistem Instrumentasi UNAIR sebelum akhirnya melanjutkan ke S1 Teknik Fisika ITS. Penulis mengambil tugas akhir dengan judul “ANALISA KEANDALAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) II PADA SISTEM STRIPPER CO₂ DI PT. PETROKIMIA GRESIK”.